

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Ciências

Departamento de Informática



ACESSO MULTIMODAL A VÍDEOS  
GEORREFERENCIADOS ATRAVÉS DA FORMA,  
VELOCIDADE E TEMPO EM DISPOSITIVOS  
MÓVEIS

Sérgio Filipe Fernandes Serra

DISSERTAÇÃO

MESTRADO EM INFORMÁTICA

2014



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Ciências

Departamento de Informática



ACESSO MULTIMODAL A VÍDEOS  
GEORREFERENCIADOS ATRAVÉS DA  
FORMA, VELOCIDADE E TEMPO EM  
DISPOSITIVOS MÓVEIS

Sérgio Filipe Fernandes Serra

DISSERTAÇÃO

MESTRADO EM INFORMÁTICA

Trabalho orientado pelo Prof. Doutor Maria Teresa Caeiro Chambel

2014



## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à professora, Prof. Teresa Chambel por me ter ajudado durante todo o percurso da dissertação através de conselhos valiosos, críticas e conhecimento profundo da área, permitindo-me desenvolver um trabalho de qualidade sobre o qual me posso orgulhar.

Gostaria de agradecer à FCT-Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo apoio financeiro através do projeto de investigação ImTV (UTA- Est./ MAI/0010/2009) ([url-ImTV](#)), este agradecimento estende-se ao LaSIGE e ao Departamento de Informática da FCUL que sempre disponibilizou os recursos necessários à realização do projeto subjacente a esta dissertação.

Agradecer também à colega Ana Jorge pela colaboração no projeto, ao Luís Ribeiro e ao João Gomes pela ajuda prestada durante as avaliações, assim como a todos os participantes.

Aos meus pais, amigos e família deixo uma palavra de apreço, pelo apoio que sempre me deram, nos bons e maus momentos.



*A minha mãe e ao meu pai.*

## Resumo

Um volume crescente de vídeo digital é acedido, capturado e publicado diariamente na Web, a partir de diferentes plataformas e dispositivos, que cada vez mais podem georreferenciar a informação que capturam e acedem, permitindo enriquecer a sua contextualização. No entanto, a procura de vídeo tem sido limitada a palavras-chave ou a conjuntos de parâmetros, dando um suporte limitado às dimensões espacial e temporal.

Os dispositivos móveis são atualmente usados de forma generalizada e estão cada vez mais a incorporar um amplo conjunto de sensores e actuadores com o potencial de capturar e apresentar vídeo em 360° e os seus metadados, tendo a capacidade de suportar experiências de utilizador mais poderosas e imersivas com vídeo. Propomos formas inovadoras de procurar, navegar e visualizar vídeo, tirando partido do potencial dos sensores e interfaces móveis nas dimensões espacial e temporal.

Este trabalho foi desenvolvido no contexto do projeto de investigação ImTV, e explora modalidades inovadoras para procurar e aceder a vídeos georeferenciados, onde as dimensões espacio-temporais são de importância central, especialmente através da forma e velocidade das trajectórias dos vídeos, e do tempo, usando interfaces multimodais interativas em dispositivos móveis, envolvendo gestos e movimento, com o potencial de criar interacções mais naturais, um maior envolvimento, sensação de presença e imersão.

A avaliação baseou-se em protótipos de baixa e alta fidelidade e teve resultados positivos. Os utilizadores consideraram a maioria das funcionalidades úteis, satisfatórias, por vezes divertidas, e fáceis de usar. As diferentes opções e modalidades foram consideradas interessantes e adequadas para diferentes cenários de uso que foram identificados e sugeridos. Alguns receios e desafios foram identificados e poderão ser levados em conta em futuros desenvolvimentos, em direcção a formas interativas de acesso a conteúdo mais flexíveis e eficazes, através de interacções mais naturais com dispositivos móveis, por si só ou como segundos ecrãs relativamente a ecrãs maiores numa TV ou em grandes superfícies em espaços públicos.

**Palavras-Chave:** vídeo, presença, trajectórias, velocidade, espaço, tempo, GPS, móvel, orientação, 360°, segundo ecrã.





# Abstract

An increasing amount of digital video is accessed, captured, and uploaded to the Web everyday, from different platforms and devices, that increasingly can georeference the information they capture and access, allowing to enrich their contextualization. But video search has been limited to keywords, or a set of parameters, providing limited support for temporal and spatial dimensions.

Mobile devices are commonly used and increasingly incorporating a wide range of sensors and actuators with the potential to capture and display 360° video and metadata, with the power to support more powerful and immersive video user experiences. We propose novel ways to search, navigate and visualize video leveraging the potential of mobile sensors and interfaces in temporal and spatial dimensions.

This work was carried out in the context of the ImTV research project, and proposes novel ways to search and access georeferenced videos, where these dimensions are of central importance, especially by video trajectories shape and speed, and by time, using a multimodal interactive mobile interface, involving gestures and movement, with the potential for more natural interactions, increased engagement, sense of presence and immersion.

The evaluation based on low and high-fidelity prototypes had positive results. Users found most features useful, satisfactory, sometimes fun, and easy to use. Different options and modalities were found interesting and adequate for different use scenarios that could be identified and suggested, and some concerns and challenges were identified to be taken into account in future developments, towards more flexible and effective interactive content access, through more natural interaction with mobile devices on their own or as second screens to a larger screen on TV or public displays.

**Keywords:** video, presence, trajectories, speed, space, time, GPS, mobile, orientation, 360°, second-screen



# Conteúdo

Capítulo 1	Introdução.....	1
1.1	Motivação.....	2
1.2	Objectivos .....	3
1.3	Contexto .....	3
1.4	Contribuições .....	4
1.5	Metodologia de trabalho .....	5
1.6	Estrutura do documento .....	5
Capítulo 2	Trabalho Relacionado .....	7
2.1	Vídeo Imersivo.....	7
2.2	Sistemas , Serviços e Aplicações de Georreferenciação.....	9
2.2.1	GPS .....	10
2.2.2	Google Maps .....	10
2.2.3	Bing Maps .....	12
2.2.4	Acesso a Fotos Georreferenciadas .....	13
2.2.5	Acesso a Vídeos Georreferenciados .....	13
2.3	Interfaces Gestuais para Acesso a Media.....	17
2.4	Trabalho Prévio.....	21
2.4.1	Get Around 360° : Hipervideo imersivo em 360° .....	21
2.4.2	Sight Surfers : Hipervideo 360° Georreferenciado .....	23
2.4.3	Windy Sight Surfers : Uso de Sensores para maior Imersão em Vídeo Móvel .....	25
2.5	Sumário .....	26
Capítulo 3	Speed Sight Surfers .....	27
3.1	Requisitos da Aplicação.....	27
3.2	Casos de Uso .....	28
3.3	Storyboards de Pesquisa e Navegação .....	32
3.4	Captura de Vídeo e Metadados .....	33

3.5	Procura por Forma, Velocidade e Tempo .....	34
3.5.1	Através do toque – com o dedo.....	35
3.5.2	Através do gesto – com o telemóvel .....	37
3.5.3	Através da deslocação .....	38
3.5.4	Procura por tempo .....	39
3.6	Resultados no Mapa ou Lista .....	40
3.6.1	Percepção da velocidade .....	41
3.6.2	Percepção da forma.....	42
3.6.3	Percepção do tempo .....	43
3.6.4	Visualização Espaço-temporal de Vídeo .....	43
3.7	Visualização de Vídeo 360° .....	45
3.8	Vídeo e Mapa em Sincronia.....	45
3.9	Navegação Temporal no Vídeo.....	47
3.10	Sumário .....	48
Capítulo 4	Implementação do Sistema.....	49
4.1	Estrutura da Aplicação .....	49
4.2	Metodologia de Desenvolvimento .....	50
4.3	Captura dos Metadados.....	51
4.4	Player de Vídeo 360°.....	51
4.5	Cálculo da Velocidade através do Dedo .....	52
4.6	Cálculo da Velocidade através do Movimento do Telemóvel .....	53
4.7	Algoritmo para Colorir os Trajetos.....	53
4.8	Algoritmo para a Representação do Tempo.....	53
4.9	Conversão das Coordenadas Geodésicas para Cartesianas.....	54
4.10	Sumário .....	56
Capítulo 5	Avaliação.....	57
5.1	Avaliação com Protótipo de Baixa-Fidelidade .....	57
5.1.1	Método .....	57
5.1.2	Participantes .....	58

5.1.3 Resultados .....	58
5.2 Avaliação com Protótipo de Alta-Fidelidade.....	62
5.2.1 Método .....	62
5.2.2 Participantes .....	62
5.2.3 Resultados .....	63
5.3 Sumário .....	67
Capítulo 6 Conclusões e Trabalho Futuro.....	69
6.1 Conclusões .....	69
6.2 Trabalho Futuro.....	71
Referências Bibliográficas .....	73
Referências Web .....	75
Anexo A: Exemplo do ficheiro de metadados .....	77
Anexo B: Guião de testes com utilizadores em baixa fidelidade.....	79
Anexo C: Guião de testes com utilizadores em alta fidelidade.....	81



# Lista de Figuras

FIGURA 2:1 HEAD MOUNTED DISPLAY PARA CAPTURA E VISUALIZAÇÃO DE VÍDEO EM 360º .....	8
FIGURA 2:2 SUPORTE PARA CAPTURA DE VÍDEO EM 360º COM 7 CÂMARAS GoPro .....	9
FIGURA 2:3 MAPA APRESENTADO PELO GOOGLE MAPS.....	11
FIGURA 2:4 VISTA STREETVIEW DO GOOGLE MAPS.....	11
FIGURA 2:5 VISTA EM STREETSIDE DO BING MAPS.....	12
FIGURA 2:6 PROCURA GEORREFERENCIADA NO FLICKR.....	13
FIGURA 2:7 VÍDEO DO YOUTUBE COM UMA ANOTAÇÃO PARA UM LINK EXTERNO.....	14
FIGURA 2:8 VIMEO: VÍDEO REPRODUZIDO EM HD .....	15
FIGURA 2:9 MOMA: PROCURA NO MAPA USANDO UM POLÍGONO COMPLEXO.....	16
FIGURA 2:10 GEOVID - NOVA INTERFACE EXPERIMENTAL DO GEOVID .....	17
FIGURA 2:11 PROCURA ESPACIAL BASEADA EM GESTOS .....	19
FIGURA 2:12 SETUP FÍSICO DO SISTEMA 1) CÂMARA NO TETO 2) PROCESSADOR 3) PROJETOR PARA OUTPUT 4) MAPA PROJETADO 5) LOCALIZAÇÃO DO UTILIZADOR 6) CÂMARA PARA RECONHECIMENTO 7) UTILIZADOR ..	20
FIGURA 2:13 UTILIZADOR ATIRA O VÍDEO PARA O ECRÃ COM UM GESTO .....	21
FIGURA 2:14 ESTRUTURA DO PLAYER DE HIPERVIDEO 360º .....	22
FIGURA 2:15 MODO MINI MAPA DO PLAYER DE HIPERVIDEO .....	22
FIGURA 2:16 NAVEGAÇÃO NO SIGHT SURFERS, A VOLTA DA PRAÇA LUÍS DE CAMÕES, NO BAIRRO ALTO EM LISBOA: A) FULL SCREEN VÍDEO EM MINI MAPA; B) VÍDEO SINCRONIZADO COM O MAPA; C-D) LIGAÇÃO PARA OUTRO VÍDEO, EM DIREÇÃO AO CAIS DO SÓDRE; E) BARRA DE MEMÓRIA NO VÍDEO; E-F) LIGAÇÃO PARA O FILME “O PAI TIRANO”, A CENA FOI FILMADA NESTA LOCALIZAÇÃO .....	23
FIGURA 2:17 WINDY SIGHT SURFERS - TABLET COM DUAS VENTONHAS PARA REPRODUZIR VENTO .....	25
FIGURA 2:18 WINDY SIGHT SURFERS - O RECTÂNGULO VERMELHO MARCA O ÂNGULO DO VIEWPORT. A ORIGEM DO ÁUDIO ESTÁ ASSOCIADA A PARTE FRONTAL DO VÍDEO .....	25
FIGURA 3:1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO DA APLICAÇÃO .....	32
FIGURA 3:2 PROCURA POR VELOCIDADE ATRAVÉS DO TOQUE, COM OS RESULTADOS APRESENTADOS EM LISTA .....	33
FIGURA 3:3 PROCURA POR VELOCIDADE ATRAVÉS DO MOVIMENTO, COM OS RESULTADOS APRESENTADOS EM LISTA .....	33
FIGURA 3:4 PROCURA POR FORMA ATRAVÉS DO TOQUE, COM OS RESULTADOS APRESENTADOS EM MAPA.....	34
FIGURA 3:5 CÂMARA SONY BLOOGIE UTILIZADA PARA CAPTURAR VÍDEOS EM 360º .....	35
FIGURA 3:6 FORMA DO VÍDEO CAPTURADO PELA CÂMARA .....	35
FIGURA 3:7 CAPTURA DA VELOCIDADE COM O DEDO .....	36
FIGURA 3:8 DESENHO DA FORMA GEORREFERENCIADA EM ALTA FIDELIDADE.....	36
FIGURA 3:9 UTILIZADOR DESENHA O PERCURSO COM O DEDO EM BAIXA FIDELIDADE .....	36
FIGURA 3:10 MAPA COM ZOOM APROXIMADO .....	37



FIGURA 3:11 MAPA COM ZOOM AFASTADO .....	37
FIGURA 3:12 MENU COM VELOCIDADES PRÉ-DEFINIDAS QUE O UTILIZADOR PODE SELECIONAR.....	38
FIGURA 3:14 UTILIZADOR MOVE O TELEMÓVEL PARA CAPTURAR A VELOCIDADE EM ALTA FIDELIDADE.....	39
FIGURA 3:13 UTILIZADOR MOVE O TELEMÓVEL PARA DESENHAR A FORMA EM BAIXA FIDELIDADE.....	39
FIGURA 3:15 UTILIZADOR CAPTURA A VELOCIDADE DE DESLOCAÇÃO VIAJANDO NUM CARRO.....	40
FIGURA 3:16 GESTO NO SENTIDO CONTRÁRIO AOS PONTEIROS DO RELÓGIO PARA RECUAR NO TEMPO .....	41
FIGURA 3:17 UTILIZADOR ALTERA O LIMITE SUPERIOR DO TEMPO UTILIZANDO O TECLADO VIRTUAL .....	41
FIGURA 3:18 GESTO NO SENTIDO CONTRÁRIO AOS PONTEIROS DO RELÓGIO PARA AVANÇAR NO TEMPO .....	41
FIGURA 3:19 RESULTADOS NO MAPA EM BAIXA FIDELIDADE .....	42
FIGURA 3:20 RESULTADOS NO MAPA EM ALTA FIDELIDADE.....	42
FIGURA 3:21 RESULTADOS NA LISTA EM ALTA FIDELIDADE .....	42
FIGURA 3:22 TIMELINE COM TRÊS CORES.....	43
FIGURA 3:23 TIMELINE EM TONS DE CINZENTO .....	43
FIGURA 3:24 TIMELINE COM UMA COR DE DESTAQUE .....	43
FIGURA 3:25 TIMELINE COM FORMA DO PERCURSO EM BAIXA FIDELIDADE .....	43
FIGURA 3:26 RESULTADOS NO MAPA EM ALTA FIDELIDADE.....	43
FIGURA 3:27 REPRESENTAÇÃO 3D DA VELOCIDADE E IDADE DE VÍDEO TOURS, .....	45
FIGURA 3:28 VISUALIZAÇÃO DE CONTEUDO NUMA VÍDEO TOUR.....	45
FIGURA 3:29 PLAYER DO VÍDEO LADO A LADO COM O MAPA, O VÍDEO ESTÁ SINCRONIZADO COM O MAPA.....	46
FIGURA 3:30 PLAYER DO VÍDEO NA VERTICAL .....	47
FIGURA 3:32 GESTO NO SENTIDO DOS PONTEIROS DO RELOGIO PARA ANDAR PARA A FRENTE NO TEMPO DO VÍDEO.	48
FIGURA 3:31 ECRÃ TRANSPARENTE QUE APARECE POR CIMA DO VÍDEO QUANDO O UTILIZADOR CARREGA DUAS VEZES NO ECRÃ.....	48
FIGURA 4:1 ESTRUTURA DO DOCUMENTO XML QUE PERSISTE OS DADOS CAPTURADOS.....	53
FIGURA 4:2 FORMA DO PERCURSO EFETUADO PELO UTILIZADOR, APRESENTADO SEM MAPA.....	56
FIGURA 4:3 ELIPSÓIDE ASSINALADO A AZUL, SUPERFÍCIE QUE SE APROXIMA DA FORMA DA TERRA .....	57
FIGURA 4:4 PROJEÇÃO DE MERCATOR .....	57
FIGURA 4:5 FORMULAS PARA CALCULAR AS COORDENADAS CARTESIANAS.....	58
FIGURA 5:7 TIMELINE EM TONS DE CINZENTO .....	68
FIGURA 5:8 TIMELINE COM UMA COR .....	68
FIGURA 5:9 TIMELINE COLORIDA .....	68

# Lista de Tabelas

TABELA 4:1 CÓDIGO EXEMPLIFICATIVO DO ALGORITMO PARA CONVERSÃO DE COORDENADAS GEODÉSICAS PARA CARTESIANAS.....	56
TABELA 5:1 RESULTADOS USE (1-5) DA PROCURA POR VELOCIDADE ATRAVÉS DE TOQUE E MOVIMENTO EM BAIXA FIDELIDADE.....	59
TABELA 5:2 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS ENTRE A INTERFACE DE LISTA E MAPA EM BAIXA FIDELIDADE .....	60
TABELA 5:3 TABELA COMPARATIVA ENTRE AS VARIANTES PARA PERCEPÇÃO DA VELOCIDADE NAS TIMELINES SEGUNDO AS DIMENSÕES USE (1-5) EM BAIXA FIDELIDADE.....	61
TABELA 5:4 RESULTADOS USE (1-5) DA PROCURA POR VELOCIDADE ATRAVÉS DE TOQUE, MOVIMENTO E DESLOCAÇÃO EM ALTA (DIREITA) E BAIXA (ESQUERDA) FIDELIDADE .....	64
TABELA 5:5 RESULTADOS USE (1-5) DA PROCURA POR FORMA ATRAVÉS DE TOQUE E MOVIMENTO EM ALTA (DIREITA) E BAIXA (ESQUERDA) FIDELIDADE. ....	64
TABELA 5:6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS ENTRE A INTERFACE DE LISTA E MAPA EM ALTA (DIREITA) E BAIXA (ESQUERDA) FIDELIDADE.....	65
TABELA 5:7 COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS VARIANTES DA TIMELINE EM ALTA (DIREITA) E BAIXA (ESQUERDA) FIDELIDADE.....	66
TABELA 5:8 COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS MÉTODOS DISPONÍVEIS PARA FILTRAR OS RESULTADOS NO TEMPO .....	67



# Capítulo 1

## Introdução

O vídeo é hoje em dia um dos meios mais ricos com o qual é possível transmitir ao espectador uma quantidade enorme de informação audiovisual. Esta característica faz com que haja o potencial para criar um forte impacto perceptual nos espectadores, estimulando vários sentidos em simultâneo e criando uma sensação de presença e imersão elevadas. É atualmente um dos meios mais difundidos através da internet, e com a crescente popularidade dos dispositivos móveis equipados com câmaras cada vez melhores, esta tendência tende a aumentar.

São hoje conhecidos vários websites que permitem a publicação, procura e visualização de vídeo, Youtube ([url-Youtube](#)), Vimeo ([url-Vimeo](#)) entre outros são alguns dos exemplos mais populares com milhões de utilizadores. Existe no entanto uma forma de procurar vídeos que é transversal a todos estes serviços e que retira pouco proveito da informação que está inerente ao vídeo e disponível como critério de procura. Tradicionalmente é possível procurar por vídeos pela sua duração em tempo, qualidade de gravação: 720p, 1080p, 4k, ou através de um conjunto de palavras-chave que descrevam o conteúdo do vídeo. Embora úteis, estes critérios de procura não tiram proveito de algumas das características do vídeo faladas anteriormente, seja a velocidade, localização ou forma.

Este projeto enquadra-se no projeto de investigação ImTV ([url-ImTV](#)) e explora o potencial dos dispositivos móveis para a visualização, procura e navegação de vídeos georreferenciados com um especial destaque para vídeos gravados em 360º graus, tem como objectivo principal a criação e desenvolvimento de novos mecanismos de procura e navegação de vídeos no tempo e no espaço tirando o máximo proveito possível da multimodalidade oferecida pelos dispositivos móveis e dos vários sensores disponíveis.

A primeira secção começa com a motivação por de trás deste projeto e quais os principais objetivos de investigação. Segue-se o contexto científico onde o projeto foi desenvolvido e quais as principais contribuições científicas efectuadas .

## 1.1 Motivação

O vídeo é um dos formatos de comunicação mais ricos, com a capacidade de conter texto áudio e interatividade, oferece ao espectador uma grande quantidade de informação num curto período de tempo. É por esta razão o formato mais difundido atualmente e o mecanismo de comunicação mais utilizado em todo o mundo.

Nas últimas décadas, o meio de comunicação mais frequente para a representação do vídeo tem sido a televisão, comercialmente disponível ao público desde o final dos anos 20. É hoje em dia um objecto recorrente em todas as casas como veículo para apresentação de vídeo. Esta tendência acentua-se no final dos anos 70 com o aparecimento das cassetes, discos a laser e mais recentemente o Blue-Ray como forma de gravar e visualizar conteúdo vídeo.

Embora a televisão tenha sido nas últimas décadas o meio mais utilizado para difundir conteúdo vídeo, esta tendência tem vindo a mudar nos últimos anos em grande parte devido ao aparecimento cada vez maior de dispositivos móveis como *tablets*, *smartphones*, *wearables* com a capacidade não só de reproduzir conteúdo vídeo interativo mas também de capturar e editar.

Com o aparecimento da Internet e da evolução dos canais de comunicação esta tornou-se o veículo mais utilizado para consumir conteúdo vídeo com os números a mostrarem um aumento recorrente de utilizadores que utilizam *websites* para visualizar vídeo. Mais recentemente, o Youtube anunciou em 2013, um bilião de utilizadores ativos por mês, o que significa que uma em cada duas pessoas na Internet utiliza o Youtube.

É hoje em dia um fenómeno comum os utilizadores de redes sociais como Facebook ([url-Facebook](#)), Twitter ([url-Twitter](#)), Instagram ([url-Instagram](#)), utilizarem estas plataformas para partilharem os vídeos e fotos que produzem assim como a sua localização geográfica. Esta prática é cada vez mais comum devido a proliferação dos dispositivos móveis equipados com câmaras e sensores de localização.

Plataformas web específicas para a partilha de vídeos georreferenciados têm vindo a surgir nos últimos anos, mais propriamente a empresa GoPro ([url-GoPro](#)), fabricante da conhecida e muito utilizada câmara GoPro disponibiliza uma aplicação que permite aos utilizadores ver e partilhar o trajeto do vídeo capturado. Podemos encontrar ainda, alguns websites que permitem a visualização e procura de vídeo panorâmico ou vídeo capturado em 360°, algo que há uns anos era inexistente. O vídeo em 360° é hoje em dia uma tecnologia cada vez mais utilizada pela capacidade que tem de oferecer ao utilizador um ambiente mais imersivo e uma sensação mais próxima da realidade.

Os conceitos e tecnologias apresentadas formam a base de partida para o trabalho proposto.

## 1.2 Objectivos

O projeto referente a esta dissertação tem como principal objectivo a exploração e implementação de novas formas interativas de procura e navegação de vídeo georreferenciado nas dimensões temporal e espacial, através de gestos e movimento, tirando o máximo partido da multimodalidade presente nos dispositivos móveis. Com isto pretende-se aumentar a sensação de presença e imersão oferecendo interfaces com interações mais naturais.

Para alcançar estes objectivos criaremos uma aplicação para o sistema operativo móvel Android (url-Android). Esta aplicação denominada *Speed Sight Surfers* permitirá aos utilizadores registar informação adicional ao vídeo que esta a ser capturado e que vai ser mais tarde utilizada para filtrar e representar os resultados das procuras efectuadas pelos utilizadores. Depois de o processo de captura ser efetuado, é possível proceder à procura.

Para efetuar a procura e de forma a ir de encontro aos objectivos propostos implementaremos a procura de duas formas: por forma e por velocidade, podendo as duas ser combinadas, além disso, é ainda possível filtrar os vídeos pelo tempo da sua captura. O *input* dos dados será efectuado através de uma interface gestual, ou através do movimento do telemóvel, capturando a forma e a velocidade,

## 1.3 Contexto

O autor deste trabalho licenciou-se em Tecnologias de Informação e Comunicação com *minor* em Tecnologias de Informação Geográfica. Este trabalho foi desenvolvido no contexto do Mestrado em Informática, no âmbito do projeto de investigação *ImTV – “On-Demand Immersive TV for Communities of Media Producers and Consumers”* (UTA- Est/ MAI/0010/2009) (url-ImTV) no grupo HCIM – *Human Computer Interaction and Multimedia*, que pertence ao laboratório de investigação LaSIGE do Departamento de Informática da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, em colaboração com as seguintes entidades: CITI-UNL, INESC-Porto, UTAustin - Communication and Information Schools, FCCN, ZON, RTP, Duvideo e MOG.

O projeto ImTV teve como principal objectivo o desenvolvimento e implementação de ambientes imersivos e interativos no âmbito da televisão, com o intuito de oferecer aos espectadores uma experiência mais rica no contexto da visualização de vídeo.

## 1.4 Contribuições

As contribuições principais do projeto *Speed Sight Surfers* realizado nesta dissertação, são as seguintes: uma aplicação móvel que permita a captura, submissão, procura, navegação e visualização de vídeo georreferenciado em 360°. Vários componentes foram desenvolvidos para este propósito, sendo eles:

- Implementação de um modulo que permite a captura de meta dados no formato XML sobre o vídeo que esta a ser gravado.
- Implementação de um modulo que permite a visualização de vídeos em 360° no *smartphone* ou *tablet*. Este modulo permite que o utilizador veja o vídeo de diferentes ângulos quer arrastando o dedo sobre o ecrã do telemóvel ou através do acelerómetro.
- Implementação de um algoritmo para Android que permite a sincronização entre o vídeo e os seus meta dados, neste caso a forma e a velocidade.
- Implementação de um modulo de reconhecimento de input, que captura a forma que o utilizador desenha no ecrã através do dedo.
- Implementação de um modulo de reconhecimento de velocidade, que captura a velocidade sobre a qual o utilizador move o telemóvel ou arrasta o dedo sobre o ecrã.
- Implementação de um algoritmo que gera cores e as respectivas transparências para representação dos vídeos.

Estas contribuições foram apresentadas à comunidade científica através de três artigos apresentados em conferências internacionais TVX'14 e British HCI'14:

- Serra, S. e Chambel, T. “ Multimodal Access to Georeferenced Mobile Video through Shape, Speed and Time” , in Proceedings of BCS HCI 2013, Southport, UK, Set 2014, 6 pages
- Serra, S. e Chambel, T. “Towards Multimodal Consumption of Georeferenced Mobile Video using Shape and Speed”, 2nd International Workshop on Interactive Content Consumption at TVX'14, Newcastle, UK June 25, 2014, 6 pages (Core A)

- Jorge, A. et al, “Interactive Visualizations of Video Tours in Space and Time”, in Proceedings of BCS HCI 2014, Southport, UK

Ainda no contexto do trabalho, o autor participou em atividades adicionais, que lhe permitiram apresentar e expor o trabalho realizado:

- Apresentação de uma demo da aplicação *Speed Sight Surfers* no evento “FCUL – Dia Aberto 2014”, onde foram mostradas algumas das funcionalidades aos estudantes mais novos que visitaram a faculdade, 23 Abril 2014
- Apresentação do poster “*Immersive 360° GeoReferenced Interactive Mobile Video with Sight Surfers*” no evento Vodafone Tech Watch, Lisboa, 12 Fevereiro 2014

## 1.5 Metodologia de trabalho

A metodologia de desenvolvimento adotado neste trabalho centra-se numa abordagem iterativa de forma a adicionar novas funcionalidades e a refinar as já existentes. Devido a grande componente de interação que envolve o trabalho desenvolvido, é essencial que haja a flexibilidade para modificar regularmente alguns dos elementos já implementados com base no retorno adquirido ao longo das avaliações.

A primeira parte centrou-se na exploração de trabalho relacionado nas áreas mais próximas desta tese. Numa segunda parte o desenho e implementação das várias funcionalidades da aplicação *Speed Sight Surfers* foi o foco principal, assim como a realização das sessões de avaliação com utilizadores.

## 1.6 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

### Capítulo 1 – Introdução

É apresentada a motivação e quais os objectivos do trabalho, descreve-se o conceito geral da tese e qual o contexto onde é desenvolvida. Por fim apresentam-se as principais contribuições.



## **Capítulo 2 – Trabalho Relacionado**

É apresentado o estado da arte atual nas áreas de investigação mais próximas a esta dissertação, no âmbito dos serviços e aplicações de georreferenciação de media e interfaces gestuais para procura de vídeos e fotos.

## **Capítulo 3 – Speed Sight Surfers**

São apresentadas as funcionalidades da aplicação Speed Sight Surfers, as varias modalidades implementadas e dimensões exploradas, com foco na procura, navegação e visualização de vídeo, no tempo e espaço, através da velocidade, forma e data de captura.

## **Capítulo 4 – Implementação do sistema**

Foca-se nos detalhes de implementação, das funcionalidades apresentadas no capítulo 3. É apresentado em maior detalhe a implementação de cada uma das funcionalidades, os desafios encontrados e respectivas alternativas de solução.

## **Capítulo 5 – Avaliação**

São apresentados e descritos os resultados das avaliações efectuadas, primeiramente com protótipos de baixa-fidelidade e em alta-fidelidade.

## **Capítulo 6 – Conclusões e Trabalho Futuro**

É sumariado o trabalho efectuado durante o ano, são analisadas as avaliações e apresentadas as principais conclusões e identificadas as direções para o trabalho a ser feito no futuro.

## Capítulo 2

### Trabalho Relacionado

Este capítulo apresenta o estado atual da arte nas áreas mais próximas e relacionadas com os temas abordados nesta tese. Um conjunto de trabalhos de investigação é abordado sobre: Sistemas e serviços de georreferenciação, vídeo imersivo, vídeo em 360°, e interfaces gestuais para acesso a imagens e vídeos.

#### 2.1 Vídeo Imersivo

O vídeo tradicional apresenta restrições no ângulo do campo de visão sobre o qual o utilizador vê o filme. Normalmente, o utilizador apenas pode ver o vídeo de acordo com o ângulo de visão aquando da sua captura, o que torna a experiência de visualização pouco rica e imersiva.

O nível de imersão é medido pela forma como o utilizador experiencia o vídeo, se está ou não conexo com os conteúdos que lhe estão a ser apresentados e o quanto esta envolvido.

Dentro da imersão existem a imersão física, em que se estimulam vários aspectos físicos do utilizador tais como a visão, audição, tacto, paladar e olfato, e a imersão de participação, onde o utilizador é compelido a participar no que se está a desenrolar na experiência de visualização de vídeo.

#### Vídeo e Hipervídeo em 360°

Vídeo Omnidireccional (ODV) é um tipo de vídeo capturado em 360° com uma câmara desenvolvida para o efeito. Os utilizadores, podem durante a visualização virar a cabeça para o ângulo de visão que preferem. Este tipo de vídeo é também denominado por panorâmico, 360°, esférico ou *surround* e oferece uma experiência de visualização mais rica e imersiva. Dispositivos com a capacidade de capturar vídeo em 360° são cada vez mais comuns no mercado.

O vídeo oferece uma grande quantidade de informação em simultâneo e ao longo do tempo. Vídeo em 360° apresenta ainda mais informação, o que implica que problemas surjam, quando não o podemos ver em toda a sua volta ao mesmo tempo.

Tradicionalmente, a interação entre o vídeo e o espectador é limitada, normalmente o utilizador limita-se a visualizar o filme linearmente sem efetuar qualquer tipo de ação, a não ser, as operações comuns de *play*, *pause*, *stop*, *reverse* e *forward*. O hipervídeo veio colmatar essa falta de interação e oferece um controlo sobre o conteúdo muito maior ao utilizador.

A implementação desta técnica ao vídeo em 360° não é linear, visto que uma grande parte do vídeo está fora do campo de visão do espectador, o que leva a que novas soluções sejam desenhadas e implementadas, para que o utilizador tenha uma maior percepção do espaço a sua volta, da estrutura e da navegação em hipervídeo em 360°.

Um vasto leque de serviços online têm vindo cada vez mais a proliferar na internet, oferecendo soluções de partilha, visualização, navegação e procura de vídeo em 360°. Destacamos alguns desses serviços, com uma breve descrição.

### Google Street Maps

Google Street Maps ([url-Google Maps](#)) é um dos mais conhecidos serviços que permite a visualização de fotos em 360° disponível ao público. É utilizada uma projeção esférica para oferecer aos utilizadores uma sensação de imersão, no entanto nenhum tipo de vídeo está disponível.

### Immersive Media

Immersive Media ([url-Immersive Media](#)) fornece vídeos interativos em 360°, são responsáveis pela captura, produção, distribuição, visualização e partilha de vídeos em 360°. Um player de 360° foi desenvolvido, no entanto não existe suporte para navegação por links ou anotações. Mais recentemente a empresa anunciou o novo produto im360VR ([url-im360VR](#)), o primeiro *head-mounted-display* (Fig.2:1) que permite a captura de vídeo imersivo em 360°.



Figura 2:1 Head mounted display para captura e visualização de vídeo em 360°

## GoPano

GoPano (url-GoPano) é uma comunidade web onde se pode partilhar e visualizar vídeos em 360°. A plataforma permite a procura por categorias, por sítios e pelo dispositivo usado para a captura. O Player utilizado permite o “arrastar” do conteúdo através do rato, *zoom in/out*. Existe ainda uma componente de georreferenciação onde pode ser visto no mapa a localização do vídeo.

## GoPro

GoPro (url-GoPro) é uma empresa de câmaras digitais fundada em 2002, com o objectivo de desenvolver uma câmara que captura-se vídeo de alta qualidade em condições de ação extremas, como por exemplo desportos radicais. Hoje em dia, uma comunidade de partilha e visualização de vídeos capturados com câmaras GoPro está disponível no *website* da marca. Podem ser combinadas várias câmaras de forma a capturar vídeo em 360° (Fig.2:2).



*Figura 2:2 Suporte para captura de vídeo em 360° com 7 câmaras GoPro*

## 2.2 Sistemas , Serviços e Aplicações de Georreferenciação

O processo de georreferenciação de uma imagem ou mapa, envolve tornar conhecidas (referenciar) as coordenadas da imagem ou mapa num determinado sistema de coordenadas de referência. Este processo pode ser aplicado a qualquer objeto ou estrutura que possa ser associado a uma localização geográfica, tais como pontos de interesse (POIs), estradas, pontes ou edifícios.

Nos últimos anos os serviços de georreferenciação são daqueles que mais têm apresentam um maior crescimento, sendo o serviço mais popular e utilizado, a navegação por mapas e o GPS. Inúmeras aplicações têm sido desenvolvidas para tirar

proveito da localização do utilizador, incluindo as que permitem encontrar restaurantes nas proximidades, amigos, locais de entretenimento e até táxis.

De seguida são apresentados alguns dos serviços e aplicações mais populares que tiram partido da georreferenciação.

### **2.2.1 GPS**

O Sistema de posicionamento global é o sistema de navegação por satélite que fornece a localização e o tempo, independentemente das condições climáticas, em qualquer lugar na terra ou perto da terra onde haja um campo de visão desobstruído para quatro ou mais satélites.

O Sistema de GPS foi criado em 1963 para superar as limitações dos sistemas de navegação em vigor naquela altura. Hoje em dia encontram-se a funcionar dois sistemas de navegação por satélite: GPS Americano e GLONASS Russo.

O GPS foi originalmente utilizado e desenhado para fins militares, fornecendo a posição e a velocidade de objetos ou indivíduos por todo mundo. No entanto, na última década, o GPS tem sido utilizado por civis para fazer o rastreamento de veículos, animais ou até pacientes com a doença de Alzheimer.

Embora as vantagens do GPS sejam por demais evidentes, este sistema possui algumas limitações, particularmente em determinados contextos. Nas secções seguinte apresentam-se algumas dessas limitações e soluções.

#### **Limitações do GPS**

A precisão do GPS em certos ambientes e especialmente para determinadas aplicações, pode ser bastante limitada e suscetível a erros. (Kleusberg & Langley, 1990) identificaram três problemas: recepção do sinal fraca, perda de integridade no sinal e precisão de posicionamento limitada.

### **2.2.2 Google Maps**

A georreferenciação de fotos foi uma das primeiras aplicações a tirar partido dos sistemas de georreferenciação. Vários serviços online permitem ao utilizador fazer o *upload* de fotos anotadas com a sua localização (latitude e longitude), oferecendo ao mesmo tempo mecanismos de procura espacial com base nos metadados da foto.

O **Google Maps** (url-Google Maps) com lançamento em 2005 é o serviço mais utilizado, este permite a pesquisa e navegação de mapas e imagens de satélite. Além disso é possível procurar POI's, permitindo a visualização de imagens de vários pontos

de interesse. Este serviço é disponibilizado ao público através da API do Google Places (url-Google Places API) e do Google Maps (url-Google Maps API).

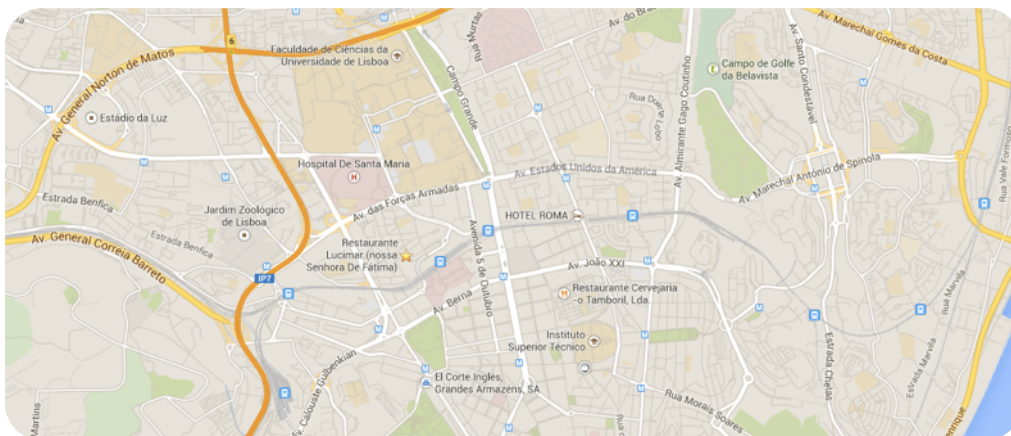


Figura 2:3 Mapa apresentado pelo Google Maps

Mais recente em 2007 a Google lançou o serviço *Google Street View* (url-Street View) (Fig.2:4) que pode ser utilizado através do *Google Maps* ou do *Google Earth*. Este serviço permite a visualização panorâmica de varias ruas por todo o mundo. Esta visualização é feita através do acoplamento de imagens que são tiradas por um carro.

Nos últimos anos, vários refinamentos têm sido feitos a este serviço, como a possibilidade de visualizar espaços interiores de espaços como cafés ou lojas.

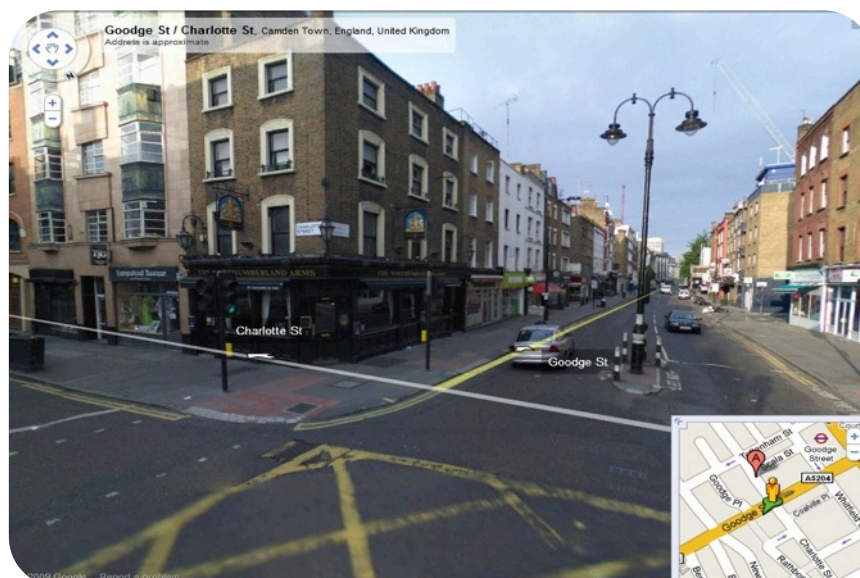


Figura 2:4 Vista StreetView do Google Maps

O serviço prestado pela Google embora bastante utilizado, neste momento apenas suporta a georreferenciação de fotos, não tendo qualquer suporte a vídeos. Não é possível procurar por vídeos georreferenciados, nem tão pouco, utilizar a propriedades da forma e velocidade, um dos temas centrais deste trabalho.

### 2.2.3 Bing Maps

Em 2010 a Microsoft (url-Microsoft) lançou um serviço semelhante ao Google Maps numa tentativa de competir com a Google (url-Google) denominado Bing Maps (url-Bing Maps). A semelhança do Google Maps este serviço encontra-se disponível de forma gratuita na Web e permite a visualização e navegação em mapas e imagens, os mapas contêm vários pontos de interesse como: metros, estádios, hospitais, restaurantes, monumentos entre outros. É ainda possível navegar por pontos de interesse criados pelos utilizadores. Vários tipos de vista são oferecidos, sendo o mais importante de destacar a vista *StreetSide* (Fig.2:5), que permite visualizar a rua em 360° através de imagens capturadas por uma câmara montada num veículo.

Este serviço é disponibilizado ao público através da API Bing Maps (url-Bing Maps), oferecendo suporte as plataformas Web, Móvel e Desktop.

A semelhança do Google, este serviço apenas permite o acesso a fotos capturadas, não contemplando vídeos, nem qualquer tipo de procura através da forma ou velocidade.

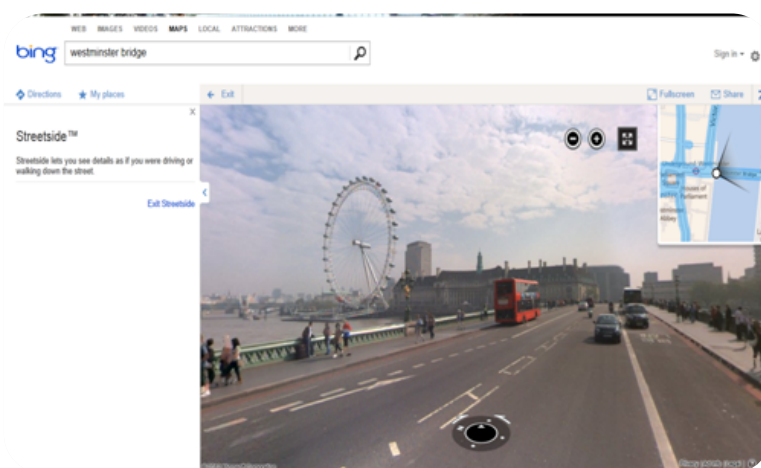


Figura 2:5 Vista em StreetSide do Bing Maps

## 2.2.4 Acesso a Fotos Georreferenciadas

### Flickr

O Flickr (url-Flickr) é um website de alojamento e partilha de fotos criado em 2004, que permite aos utilizadores etiquetar as fotos com uma posição geográfica. É hoje em dia considerada uma rede social, visto que permite a partilha de fotos, sendo o website mais popular para o efeito e tendo sido adquirido em 2005 pela Yahoo! Inc. (url-Yahoo).

Para efetuar o *geotagging* das fotos, o utilizador escolhe uma localização no mapa e em seguida arrasta a foto para essa localização, o Flickr vai etiquetar a foto com a localização escolhida. A procura das fotos pode ser feita através do mapa, onde cada foto ou um grupo de fotos é assinalada com um círculo de cor rosa (Fig.2:6) ou através de uma caixa de texto onde pode ser introduzido o nome do local desejado.



Figura 2:6 Procura georreferenciada no Flickr

## 2.2.5 Acesso a Vídeos Georreferenciados

Alguns serviços começam a aparecer dentro da comunidade científica com a possibilidade de procurar por filmes utilizando as localizações geográficas das várias cenas contidas no filme. No entanto ainda que a procura espacial seja uma possibilidade, a procura temporal (filmes com uma localização mas em alturas diferentes) está disponível muito pouco explorada. Foi feita uma tentativa para procurar serviços que ofereçam algum tipo de procura temporal e/ou espacial de filmes, no entanto pouco ou nenhum trabalho nesta área foi encontrado, à exceção de um interessante projeto de investigação criado por (Fisinterwald et al, 2012) denominado MOMA.



(Rego et al, 2007), desenvolveram uma biblioteca digital que permite a procura de vídeos utilizando operadores espaciais e temporais. Estes operadores são baseados na norma de metadados Dublin Core e MPEG-7. Os critérios de procura incluem ação (o que), pessoas (quem), tempo (quando) e espaço (onde), outros operadores como **antes** e **depois** podem ainda ser utilizadores para definir os intervalos de tempo.

Esta biblioteca permite executar procuras do tipo “ *vídeos clips da Madonna que foram produzidos fora dos USA durante 1990* ”. Embora utilize as dimensões temporal e espacial, não leva em conta as trajetórias ou a velocidade, algo que pretendemos na nossa aplicação.

## Youtube

Fundado em 2005, o Youtube (url-youtube) é um website que permite o acesso e partilha de vídeos em formato digital. É hoje em dia o serviço mais popular para visualização vídeos com milhões de utilizadores por dia e acabou por ser adquirido pela Google em 2006.

Em Junho de 2008, foi adicionada a possibilidade de fazer anotações no vídeos (Fig.2:7), estas anotações podem ser links ou notas dentro do vídeo. Ao carregar numa anotação os utilizadores são redirecionados para outro vídeo.



Figura 2:7 Vídeo do youtube com uma anotação para um link externo

Embora seja atualmente o serviço mais popular de partilha e visualização de vídeo, não oferece qualquer tipo de procura de vídeos georreferenciada.

## Vimeo

Fundado em 2004, o Vimeo (url-Vimeo) é uma website de partilha e visualização de vídeos criados pelos utilizadores, este serviço não permite o *upload* de vídeos

comerciais, jogos electrónicos ou qualquer tipo de media que não seja criada pelo utilizador.

O objectivo do Vimeo passa por oferecer a visualização de vídeos em HD e sem qualquer tipo de anúncios, de forma a não perturbar o utilizador.

Foi estimado em Dezembro de 2013, que mais de 100 milhões de utilizadores únicos por mês visitam o site e que existem pelo menos 22 milhões de utilizadores registados. O serviço disponibilizado não oferece a possibilidade de anotar os vídeos, procurar pela localização geográfica, forma ou velocidade.



*Figura 2:8 Vimeo: Vídeo reproduzido em HD*

## **MOMA: Movie Mashup Application**

O projeto MOMA criado por (Finsterwald et al, 2012) é um projeto de investigação que está disponível publicamente, através de uma aplicação Web, oferecendo a possibilidade de procurar por vídeos com base na localização das varias cenas do filme.

O utilizador pode procurar por filmes baseado na localização das cenas. Esta informação é obtida através das sinopses da Wikipedia ([url-Wikipedia](http://url-Wikipedia)). Em 2012 existiam 74019 entradas na base de dados, referentes a filmes que podem ser procurados. A plataforma permite a procura por localização do realizador, através da informação disponível na FreeBase ([url-FreeBase](http://url-FreeBase)) o local de nascimento do realizador é guardado, sendo assim possível procurar filmes de realizadores da Hungria, por exemplo. Se preferir, o utilizador pode procurar através de uma forma desenhada por cima de um mapa, a forma pode ser simples ou complexa (Fig.2:9 – polígono roxo na parte lateral esquerda sobre o mapa), todos os filmes com uma localização que se encontre dentro da forma desenhada são apresentados. É possível ainda procurar pela localização extraída a partir do titulo do filme.

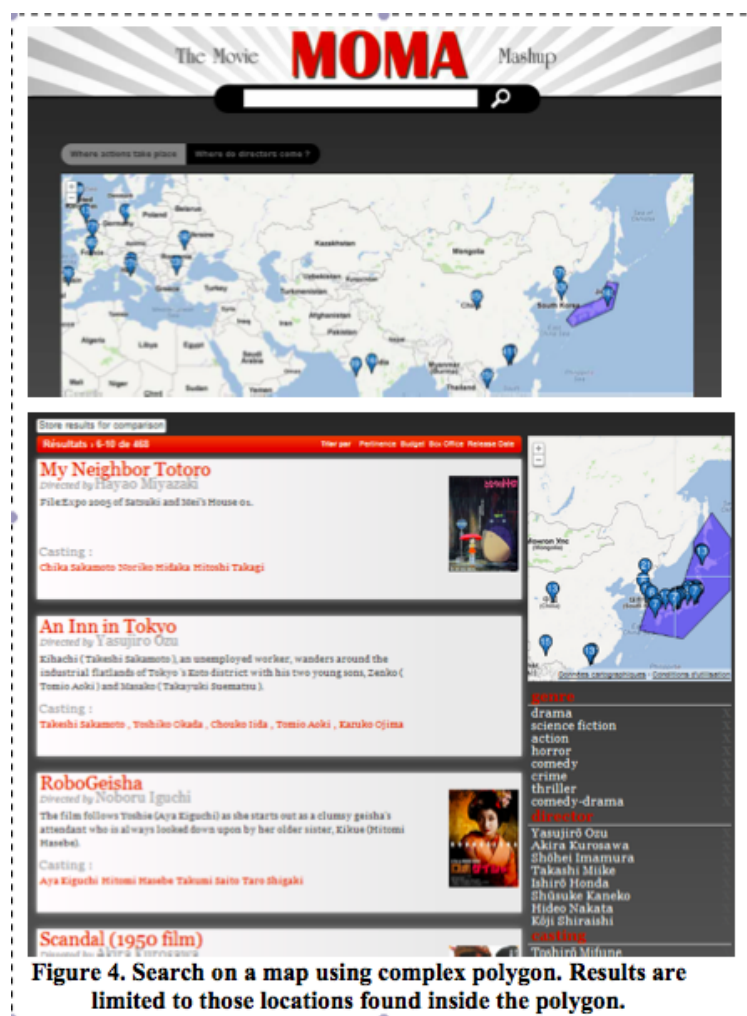


Figura 2:9 MOMA: Procura no mapa usando um polígono complexo

O projeto MOMA revela-se um projeto bastante interessante, que a semelhança do projeto realizado por nós, explora a vertente da georreferenciação de vídeos, mais especificamente de filmes. Explora ainda a dimensão espacial do vídeo, oferecendo a possibilidade de efetuar procuras numa determinada zona, selecionando a zona pretendida no mapa. É no entanto de referir que a dimensão temporal do vídeo não é explorada, e os vídeos disponíveis para procura centram-se apenas nos filmes comerciais, que foram realizados, não havendo a possibilidade dos utilizadores submeterem vídeos para o sistema.

## GeoVid

(Seo et al, 2011; Hao et al, 2011) desenvolveram uma aplicação de alojamento de vídeo GeoVid (url-GeoVid) que permite a indexação e sincronização eficiente de vídeos com os seus meta dados, que mais tarde são mostrados numa interface baseada em mapa.

O sistema funciona em tempo real e permite que os utilizadores façam o *upload* de vídeos diretamente para os servidores do GeoVid, ficando imediatamente disponíveis

para procurar e visualizar numa interface de mapa (Fig.2:10). A aplicação disponibilizada para Android e iOS usa o GPS embutido nos *smartphones* para capturar a latitude e longitude e a bússola para registar a direção, estes dados permitem depois que pesquisas sejam feitas por localização e direção. Mais especificamente a aplicação captura vídeo numa resolução de 720 x 480 e em simultâneo grava os dados provenientes dos sensores a cada 250 milissegundos. Depois da captura ser efectuada, o utilizador pode fazer o *upload* do vídeo para o servidor. Por sua vez o servidor ao receber o vídeo e os respectivos dados num ficheiro JSON, processa os mesmos para extrair a localização GPS e o ângulo de visionamento de cada *frame* do vídeo, inserindo a informação numa base de dados espacial.

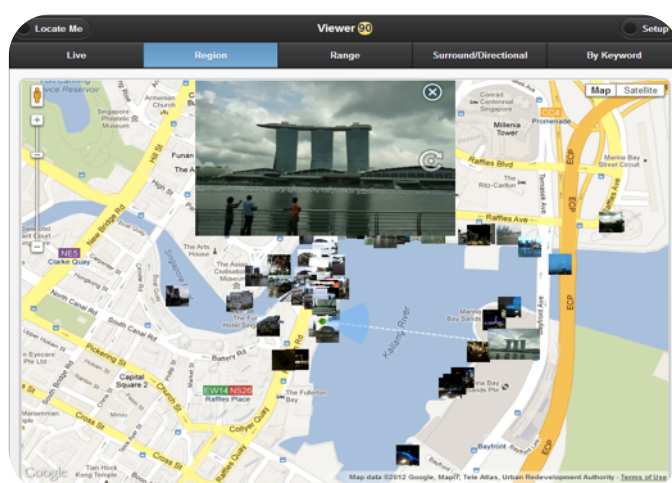


Figura 2:10 GeoVid - Nova interface experimental do GeoVid

Este sistema permite a procura espacial do vídeos pela sua localização e direção, explorando a dimensão espacial, a dimensão temporal mais uma vez não é explorada. A procura oferecida, também não oferece qualquer tipo de interface natural, por gesto ou movimento, não tirando partido das propriedades da velocidade, tempo, ou forma do vídeo.

## 2.3 Interfaces Gestuais para Acesso a Media

Mais recentemente projetos têm sido desenvolvidos no sentido de sincronizar os vídeos com os seus metadados aquando da sua captura de forma contínua. Os vídeos capturados são guardados com os seus metadados: posição, direção, velocidade durante a captura, estes metadados são depois utilizados para indexar e procurar de forma mais relevante, grandes quantidades de vídeos georreferenciados.

Ao ter acesso aos metadados, *queries* espaciais e temporais podem ser feitas, tendo em conta a distancia, o campo de visão, a velocidade ou qualquer outra informação

capturada. Para capturar e gravar os metadados do vídeo, são utilizados os sensores disponíveis em maior parte dos *smartphones* disponíveis no mercado, mais especificamente da bússola, GPS, acelerómetro e giroscópio.

Este processo tenta tirar o máximo partido das tecnologias hoje em dia presentes em qualquer parte do mundo e acessíveis à maioria das pessoas, seja em *smartphones*, *tablets*, ou qualquer outro dispositivo que tenha a capacidade de filmar e capturar meta dados, através de sensores incorporados no próprio dispositivo ou externos.

Os sensores disponíveis na grande maioria dos dispositivos móveis podem ainda ser explorados para implementar interfaces de interação mais naturais, através de gestos, toque ou deslocação. Para tal o acelerómetro, giroscópio, bússola e GPS podem ser utilizados, para capturar propriedades como a velocidade, forma e duração do toque ou gesto efectuado.

Nos últimos anos tem-se assistido uma crescente popularidade em interfaces gestuais e aplicações *second-screen*, esta popularidade deve-se ao aparecimento dos dispositivos tácteis e da sua proliferação. Tentativas para tirar partido desta funcionalidade têm sido desenvolvidas na comunidade científica com o objectivo de implementar procuras espaciais e cada vez mais interativas.

### **Mobile Geo-wand**

(Lei & Coulton, 2009) implementaram um interface gestual que permite aos utilizadores procurarem por pontos de interesse utilizando o *smartphone* como uma “varinha”, a direcção apontada pelo utilizador através do telemóvel (Fig.2:10 – assinalada a azul sobre o mapa) vai ser utilizada como área de procura. Se preferir o utilizador pode definir um raio de procura. Os resultados são depois apresentados num mapa interativo.

Adicionalmente, os utilizadores podem anotar o POI com conteúdo adicional em forma de fotografias que são depois anotadas não só com a localização do POI mas também com a direcção em que a fotografia foi capturada.

É utilizado o GPS para obter a localização do utilizador, assinalado com um ponto azul no mapa (Fig.2:11), o compasso digital indica a direcção enquanto o utilizar move o telemóvel como mostrado na (Fig.2:11).

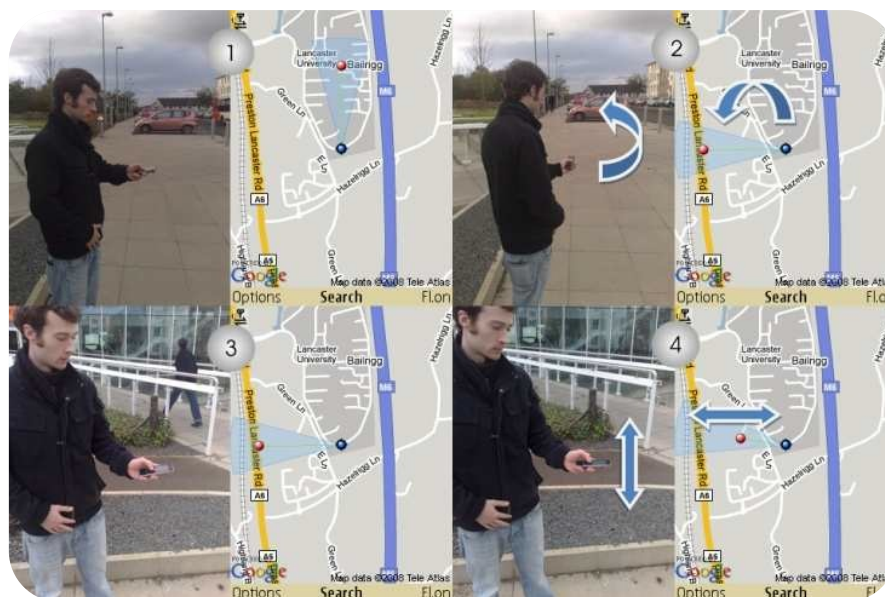


Figura 2:11 Procura espacial baseada em gestos

A aplicação começa por carregar um mapa na ultima localização, enquanto a posição atual do utilizador é obtida. Depois de a procura ser efectuada os pontos de interesse são apresentados a volta da área escolhida e podem ser seleccionadas utilizando as teclas cima/baixo do teclado.

Este projeto tira partido dos sensores disponíveis nos dispositivos móveis para procura e navegação de pontos de interesse, implementando interfaces de procura através do movimento do telemóvel. No entanto apenas contempla fotos, não oferecendo qualquer suporte a vídeos.

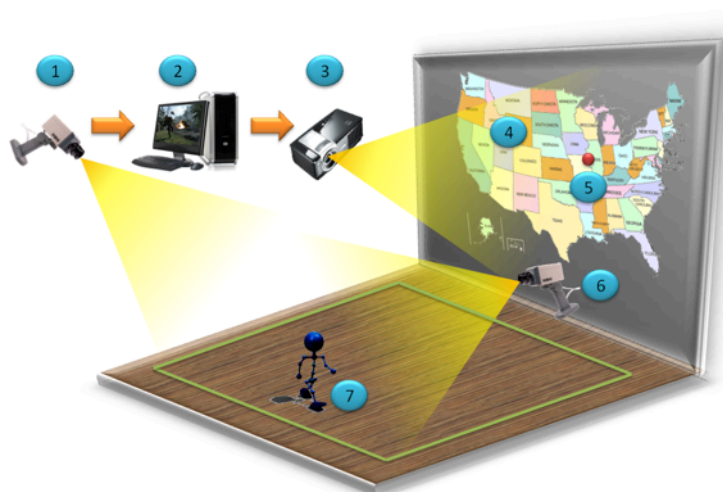
## iWalk

(Premraj et al, 2010) desenvolveram um ambiente virtual iWalk quer permite explorar fisicamente conteúdo georreferenciado, esta ferramenta permite explorar conteúdo pessoal do utilizador ou conteúdo disponível na internet, georreferenciado ou não georreferenciado.

Duas modalidades de interação estão disponíveis no sistema: movimento e gestos. Movimento significa andar pelo espaço físico ao mesmo tempo que explora a coleção de dados, gestualmente o utilizador pode diretamente manipular os dados, para o efeito o algoritmo criado usa exclusivamente o *input* da câmara disponível nos dispositivos comerciais não havendo necessidade de utilizar qualquer equipamento adicional.



O sistema desenvolvido permite explorar vários tipos de media, desde áudio, imagens e vídeos. A disposição física (Fig.2:12) consiste num servidor para fazer o processamento dos dados, uma câmara que captura a localização do utilizador vista de cima, uma câmara frontal que faz o reconhecimento gestual e um projeto para apresentar o mapa, a posição atual do utilizador e os dados.



*Figura 2:12 Setup físico do sistema 1) Câmara no teto 2) Processador 3) Projetor para output 4) Mapa projetado 5) Localização do utilizador 6) Câmara para reconhecimento 7) Utilizador*

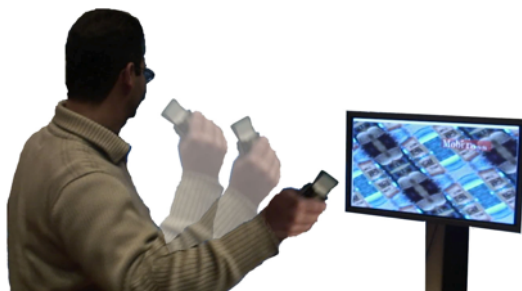
## **MobiToss**

Os dispositivos móveis também podem atuar como segundos ecrãs (Courtois, 2012) para complementar e interagir com grandes ecrãs numa TV ou até espaços públicos.

(Scheible et al, 2008) desenharam e implementaram uma aplicação para manipular (Kleusberg & Langley, 1990) multimédia digital através de uma interface gestual, com qualquer *smartphone* que esteja equipado com um acelerómetro. O sistema permite que o utilizador capture uma foto ou vídeo com o *smartphone*. De seguida e através de um movimento gestual, o utilizador pode “atirar” a foto ou vídeo para um ecrã de grandes dimensões para visualização imediata e manipulação. A foto ou vídeo pode então ser manipulada com o movimento do *smartphone* movendo o mesmo em diferentes direções.

Mais especificamente o utilizador pode manipular a aparência da foto ou vídeo movendo o *smartphone* para cima, para baixo, esquerda ou direita. Os movimentos correspondem a diferentes efeitos de vídeo e filtros gráficos tais como: matrix, caleidoscópio, distorção e saturação de cor.

A aplicação implementada oferece ainda a funcionalidade de aumentar a media com outros objetos tais como música ou texto. Finalmente, a media criada é gravada num vídeo de 30 segundos, com uma música comercial, logo e endereço web. Por fim é enviada de volta ao utilizador, podendo ainda ser enviada para uma comunidade pública para partilha e visualização.



*Figura 2:13 Utilizador atira o vídeo para o ecrã com um gesto*

## **2.4 Trabalho Prévio**

Nas secções seguintes são apresentados os trabalhos que foram desenvolvidos nos anos anteriores e que servem de base ao trabalho desenvolvido este ano.

### **2.4.1 Get Around 360° : Hipervideo imersivo em 360°**

(Neng & Chambel, 2010; 2012) identificou potenciais desafios e benefícios relacionados com o Hipervideo em 360°, desenhando e implementado novas técnicas com vista a aumentar a imersão e interatividade do hipervideo em 360°.

Foi desenvolvido um *player* de hipervideo (Fig.2:14) com o principal objetivo de suprimir os problemas típicos em *hypermedia* sendo eles: desorientação e a carga cognitiva no contexto do vídeo 360°. Uma interface de navegação de vídeo foi desenvolvida permitindo aos utilizadores “arrastar” o conteúdo para a esquerda ou direita de forma a visualizar o vídeo nos diferentes ângulos.

A percepção sobre a localização ao longo do tempo do vídeo e orientação em 360° é um dos desafios que surge aquando da visualização, para reduzir este factor foram implementadas duas funcionalidades para ajudar os utilizadores a saber a sua posição no vídeo. **View Area** (Fig.2:15 – canto superior direito), um círculo indica o ângulo para o qual o utilizador esta a olhar, colorindo uma “fatia” desse círculo. **Mini Map** (Fig.2.15 – vídeo esticado em baixo), a projeção cilíndrica é esticada e dimensionada de forma a que os utilizadores possam ver todo o filme ao mesmo tempo.



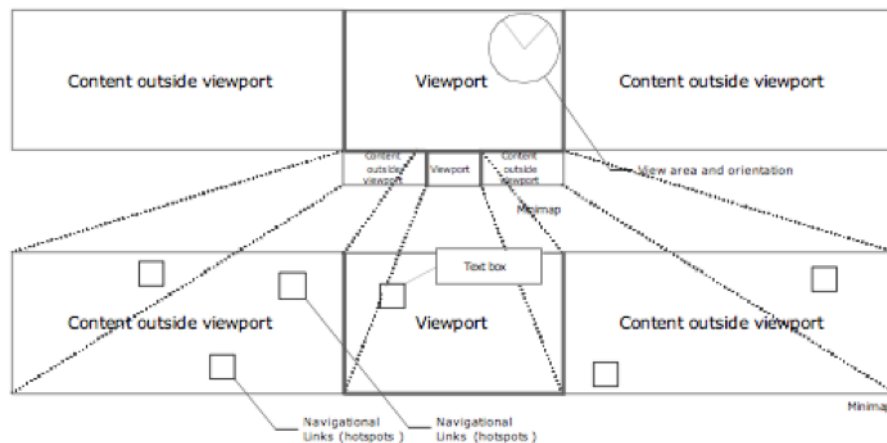


Figura 2:14 Estrutura do player de hipervídeo 360°

Outro desafio significativo é a percepção das ligações para saber onde estão as oportunidades de aceder a informação relacionada e adicional, aspectos vitais para a orientação. Este problema é mais difícil de resolver no hipervídeo em comparação com outros tipos de informação, visto que as ligações podem ter um tempo de vida e várias ligações podem coexistir no tempo e no espaço, podendo em 360° surgir fora do ângulo de visão atual do vídeo. Para tentar mitigar estes dois problemas duas funcionalidades foram desenhadas e implementadas: *hotspots availability* e *location indicators*.

A posição no eixo do YY destes indicadores serve para localizar em termos de altura a sua posição no vídeo, o seu tamanho indica-nos a que distância a que se encontram, quanto mais perto maior o seu tamanho. Todos os indicadores são posicionados na borda do ecrã e todos eles têm um fundo transparente para minimizar o impacto no vídeo. Quando o utilizador carrega sobre um *hotspot*, pode ser direccionado para um website, ou o “click” pode ser gravado no sistema para mais tarde ser apresentado *on-demand*.

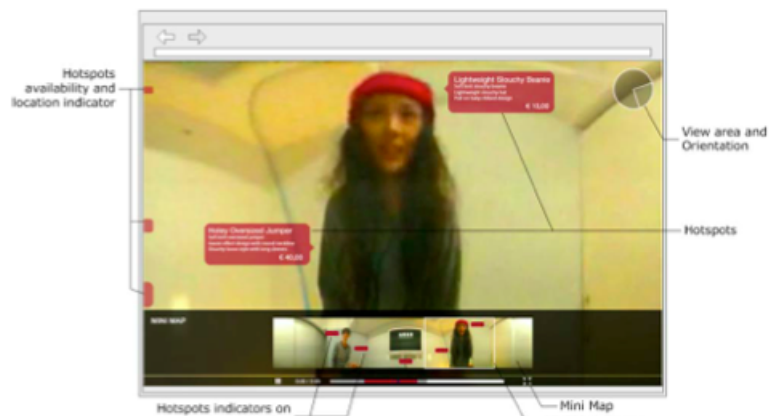


Figura 2:15 Modo mini mapa do player de hipervideo

## 2.4.2 Sight Surfers : Hipervideo 360° Georreferenciado

(Noronha et al, 2012) desenvolveram uma aplicação Web para visualizar e navegar em hipervídeos em 360°, com o intuito de aumentar imersão do utilizador aquando da visualização, os vídeos podem ser partilhados e acedidos por outros utilizadores. Os vídeos capturados em 360°, são depois sincronizados no mapa, as trajetórias são desenhadas a medida que o vídeo é reproduzido.

A partir do mapa, os utilizadores têm a possibilidade de aceder a outras partes do vídeo ou a outros vídeos, a partir do vídeo os utilizadores podem aceder a informação relacionada que é apresentada, ao longo da reprodução.

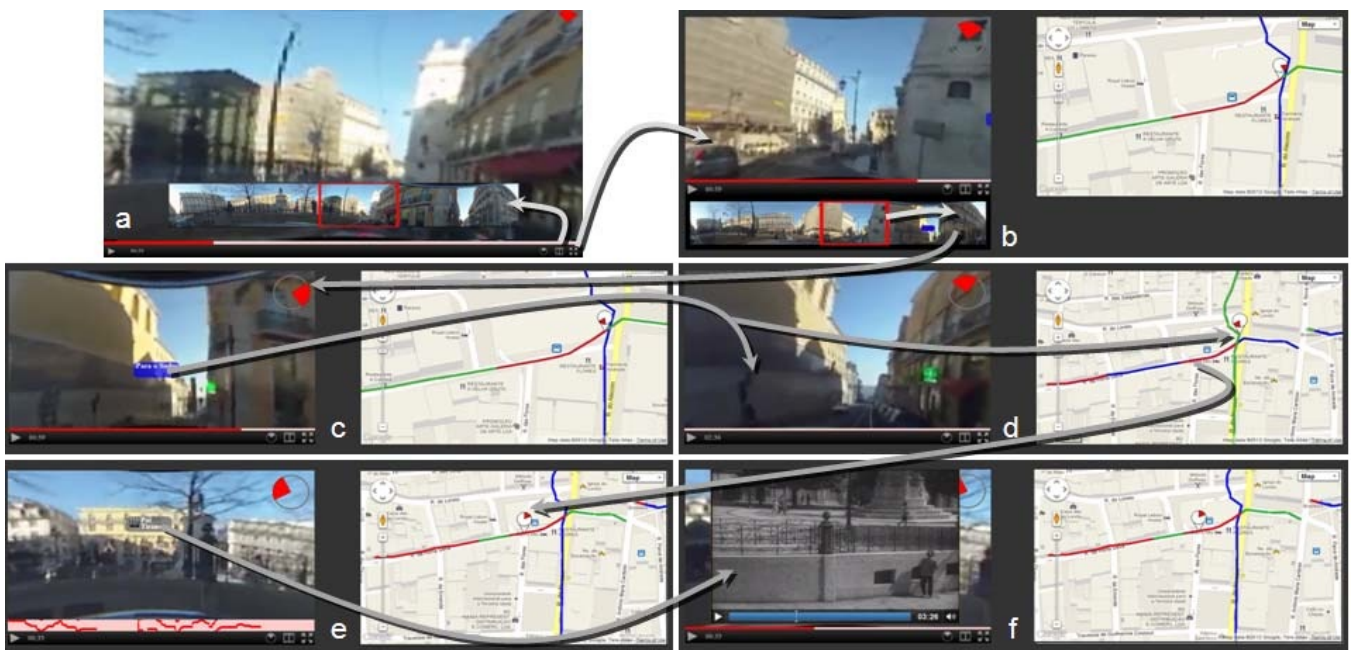


Figura 2:16 Navegação no Sight Surfers, a volta da Praça Luís de Camões, no Bairro Alto em Lisboa: a) Full screen vídeo em mini mapa; b) Vídeo sincronizado com o Mapa; c-d) Ligação para outro vídeo, em direção ao Cais do Sódre; e) Barra de Memória no Vídeo; e-f) Ligação para o filme “O Pai Tirano”, a cena foi filmada nesta localização

## Navegação e orientação em vídeo 360°

Para dar suporte a navegação orientação no vídeo foram desenvolvidas as seguintes funcionalidades:

- **Interface de “*drag*”**, o utilizador tem a possibilidade arrastar o vídeo com o rato para a esquerda ou direita.
- **Ângulo do campo de visão do vídeo**, o campo de visão do utilizador é indicado utilizando uma interface “*pie-chart*” onde o ângulo é destacado com a cor vermelha (canto superior direito dos vídeos na Fig. 2:16).
- **Mini mapa**, é feita uma projeção planar do vídeo em toda a sua extensão, uma moldura vermelha indica a posição atual e permite mudar o ângulo de visão (em baixo Fig2:16 a,b)
- **Linha de tempo do vídeo**, a linha de tempo do vídeo permite identificar e modificar a posição atual, utilizando a cor vermelha para o fazer.

## Navegação e orientação geográfica no vídeo e mapa

- Identificação das trajetórias do vídeo no mapa, a trajetória do vídeo que esta selecionada é pintada de verde, as outras em azul.
- Sincronização do vídeo e mapa
- As trajetórias vistas são desenhadas a vermelha para o utilizador sabe o que já viu
- Pode-se selecionar as trajetórias em qualquer ponto para permitir que o vídeo avance para o tempo e zona selecionada. (Fig 2:16 b-f)
- Vista em satélite ou mapa.

## Hypervideo em 360°

Para a navegação em 360° podem ser definidos links no espaço (em toda a imagem) ou no tempo (ao longo do vídeo), existem três tipos de *link* pontos de interesse, trajetórias e filmes.

### 2.4.3 Windy Sight Surfers : Uso de Sensores para maior Imersão em Vídeo Móvel

(Ramalho & Chambel, 2013a; 2013b), desenvolveram novas interfaces de modo a promover a imersão no vídeo, utilizando diferentes dispositivos e tipos de media, mais especificamente a imersão é abordada numa perspectiva perceptual, onde foram desenvolvidas novas tecnologias para enriquecer a experiência de visualização e navegação no vídeo, aumentando a sensação de presença. Adicionalmente foi ainda explorada a possibilidade dos utilizadores contribuírem para enriquecer o ambiente a sua volta.

Para tal foi desenvolvido um *player* de 360° para dispositivos móveis que permite a visualização do vídeo em toda a sua volta. O utilizador pode alterar o ângulo do campo de visão do vídeo, arrastando o dedo sobre o ecrã para a direção desejada, ou se preferir, movendo o *tablet* a sua frente para a esquerda ou direita. Na tentativa de enriquecer a imersão do utilizador aquando da visualização do vídeo, foi desenvolvido um protótipo com a capacidade de reproduzir vento através de duas ventoinhas acopladas a um sensor Arduino ([url-Arduino](#)), montado na parte de trás do *tablet* (Fig.2:17) para oferecer ao utilizador a sensação de velocidade e vento do vídeo que esta a ser reproduzido. Quando a reprodução do vídeo é iniciada, uma mensagem é enviada as ventoinhas com a frequência de rotação de acordo com a velocidade, orientação da gravação (coordenadas GPS, tempo e orientação) e vento no local. A informação sobre o vento é acedida através do *web service Open Weather Map* ([url-OpenWeatherMap](#)).



Figura 2:17 Windy Sight Surfers - Tablet com duas ventoinhas para reproduzir vento

Para além do vento, foi ainda implementado uma solução de áudio que permite que o som do vídeo seja reproduzido de acordo com a velocidade do vídeo e com o ângulo de visionamento do vídeo. Assim como a imagem depende do ângulo do campo de visão da câmara, também o áudio capturado é diferente consoante o campo de visão.

Para tal, de forma a tornar mais imersiva a experiência do utilizador, o som foi mapeado num espaço 3D de forma a ser reproduzido de acordo com o ângulo campo de visão que o utilizador escolheu (Fig.2:18). Por exemplo, se o ângulo é frontal o som é reproduzido a frente do utilizador, se o ângulo é lateral, a origem do som reproduzido será localizado na parte lateral.



*Figura 2:18 Windy Sight Surfers - O rectângulo vermelho marca o ângulo do viewport. A origem do áudio está associada a parte frontal do vídeo*

## 2.5 Sumário

Neste capítulo foram apresentados os trabalhos mais relevantes nas áreas que se aproximam da nossa. Foi primeiramente apresentado o funcionamento do GPS, alguns dos seus problemas e soluções existentes, de seguida, os serviços e aplicações de georreferenciação foram mencionados, desde georreferenciação de fotos, vídeos e locais, indicando quais os principais aplicações, trabalhos de investigação e protótipos disponíveis atualmente em cada vertente.

Foram abordadas as interfaces gestuais, para procura e navegação de vídeos, fotos e POI's. Embora o material existente seja pouco, destacaram-se alguns projetos de investigação académica que potenciam o uso da multimodalidade presente nos dispositivos móveis.

O trabalho realizado em anos anteriores no âmbito do vídeo imersivo e hipervídeo 360° em dispositivos móveis, no decorrer do projeto onde se insere esta dissertação, foi também ele apresentado e explicado, de forma a contextualizar o leitor no âmbito deste trabalho.

## Capítulo 3

### Speed Sight Surfers

Nesta seção apresentam-se as principais opções de design levadas a cabo para conceber a aplicação e ir de encontro aos objectivos propostos. Primeiramente são descritos os requisitos funcionais e não-funcionais e os casos de uso mais relevantes no contexto da aplicação e de seguida é apresentada a estrutura e as principais funcionalidades da aplicação *Speed Sight Surfers*.

#### 3.1 Requisitos da Aplicação

Esta seção tem como intuito descrever o comportamento da aplicação do ponto de vista do utilizador e quais os principais requisitos que esta deve respeitar. Para tal são apresentados os requisitos funcionais e não-funcionais e de seguida os casos de uso mais relevantes.

##### Requisitos funcionais

- Oferecer a capacidade de capturar registar metadados dos vídeos capturados, tais como: velocidade, direção, latitude, longitude;
- Gravar os vídeos e metadados respectivos;
- Procurar vídeos por velocidade, forma e tempo;
- Apresentar os vídeos em lista e mapa;
- Sincronizar o vídeo com o seu trajeto no mapa;
- Permitir o input da velocidade por gesto, movimento do telemóvel ou deslocação;
- Permitir o *input* da forma por gesto, movimento do telemóvel ou deslocação;
- Permitir navegação temporal no vídeo através de uma interface gestual;
- Oferecer mecanismos para a percepção da velocidade e idade dos vídeos;
- Permitir ao utilizador visualizar vídeos em 360° rodando o campo de visão através de um gesto, ou através do movimento do telemóvel;

### **Requisitos não-funcionais :**

- Concepção e desenvolvimento de acordo com os princípios de *Design de Software* tais como: reusabilidade, testabilidade, modificabilidade;
- Interface de acordo com os conceitos de usabilidade, facilidade de acesso, aceitação e utilidade;
- Modalidades de interação natural para dimensões espaço e tempo baseada em velocidade e forma;
- Flexibilidade para adaptação a cenários de uso mais significativos em contextos móveis;

## **3.2 Casos de Uso**

Esta seção apresenta as principais formas de interação entre o utilizador e a aplicação. São apresentados os casos de uso textuais que descrevem as diferentes interações que o utilizador pode realizar.

### **Caso de Uso 1: Capturar vídeo e os meta dados**

1. A partir da interface disponibilizada na aplicação, o utilizador começa a capturar os metadados em simultâneo com a captura do vídeo. No final da captura do vídeo o utilizador para a captura dos metadados.

Obs: Idealmente a captura dos metadados seria iniciada aquando da captura do vídeo e encerrada no fim da captura do mesmo de forma automática. No entanto devido a limitações técnicas o vídeo é capturado com uma câmara separadamente e os metadados capturados com o telemóvel.

### **Caso de Uso 2: Procurar um vídeo por velocidade através de um gesto**

1. O utilizador escolhe no ecrã principal a procura por velocidade e o método de input, neste caso através de um gesto
2. O utilizador arrasta o dedo pelo ecrã de forma a capturar a velocidade do gesto
3. A velocidade é capturada pelo sistema e apresentada ao utilizador
4. O utilizador seleciona procurar ou se preferir volta ao ponto 2
5. Os resultados são apresentados em lista ou em mapa

### **Caso de Uso 3: Procurar um vídeo por velocidade através do movimento do telemóvel**

1. O utilizador escolhe no ecrã principal a procura por velocidade e o método de input, neste caso através do movimento do telemóvel
2. O utilizador movimenta o telemóvel de forma a capturar a velocidade do movimento
3. A velocidade é capturada pelo sistema e apresentada ao utilizador

4. O utilizador selecciona procurar ou se preferir volta ao ponto 2
5. Os resultados são apresentados em lista ou em mapa

#### **Caso de Uso 4: Procurar por um vídeo por velocidade através da deslocação**

1. O utilizador escolhe no ecrã principal a procura por velocidade e o método de input, neste caso através da sua deslocação
2. O utilizador começa a capturar a velocidade a que o dispositivo se desloca
3. A velocidade é capturada pelo sistema e apresentada ao utilizador
4. O utilizador selecciona procurar ou se preferir volta ao ponto 2
5. Os resultados são apresentados em lista ou em mapa

#### **Caso de Uso 5: Procurar por um vídeo por forma desenhada através de um gesto realizado pelo dedo**

1. O utilizador escolhe no ecrã principal a procura por forma e o método de input, neste caso através de um gesto efectuado pelo dedo
2. O utilizador desenha a forma que pretende sobre o ecrã
3. A forma capturada vai sendo apresentada pelo sistema ao utilizador
4. O utilizador selecciona procurar ou se preferir volta ao ponto 2
5. Os resultados são apresentados num mapa ou lista

#### **Caso de Uso 6: Procurar por um vídeo por forma, desenhada através do movimento do telemóvel**

1. O utilizador escolhe no ecrã principal a procura por forma e o método de input, neste caso através da movimentação do telemóvel
2. O utilizador desenha a forma que pretende movendo o telemóvel
3. A forma capturada é apresentada pelo sistema ao utilizador
4. O utilizador selecciona procurar ou se preferir volta ao ponto 2
5. Os resultados são apresentados num mapa ou lista

#### **Caso de Uso 7: Procurar por um vídeo por forma, desenhada através da deslocação**

1. O utilizador escolhe no ecrã principal a procura por forma e o método de input, neste caso através da deslocação
2. O utilizador começa a capturar e desloca-se de forma a desenhar um trajeto
3. A forma capturada é apresentada pelo sistema ao utilizador
4. O utilizador selecciona procurar ou se preferir volta ao ponto 2
5. Os resultados são apresentados num mapa ou lista



#### **Caso de Uso 8: Filtrar os resultados temporalmente através de um gesto**

1. Na interface de lista ou mapa o utilizador realiza um gesto no sentido dos ponteiros de relógio para andar para a frente temporalmente, ou no sentido inverso ao dos ponteiros do relógio de forma a andar para trás temporalmente
2. O gesto é reconhecido pelo sistema e os resultados são apresentados

#### **Caso de Uso 9: Filtrar os resultados temporalmente através do teclado virtual**

1. Na interface de lista ou mapa o utilizador seleciona a(s) caixa(s) de texto no canto superior direito e esquerdo, de forma a introduzir o intervalo de tempo pelo qual pretende filtrar os resultados, através de um teclado virtual
2. Os resultados são apresentados pelo sistema

#### **Caso de Uso 10: Ver um vídeo sincronizado com o mapa**

1. No *tablet* o utilizador escolhe um vídeo da lista de resultados quer na interface lista ou mapa.
2. O sistema apresenta lado a lado o vídeo com o mapa, desenhando o trajeto do vídeo no mapa de forma sincronizada com a reprodução do vídeo.



Figura 3:1 Diagrama de casos de uso da aplicação

### 3.3 Storyboards de Pesquisa e Navegação

De forma a oferecer uma melhor compreensão da estrutura da aplicação, são apresentados de seguida alguns *storyboards* das funcionalidades mais relevantes da aplicação.

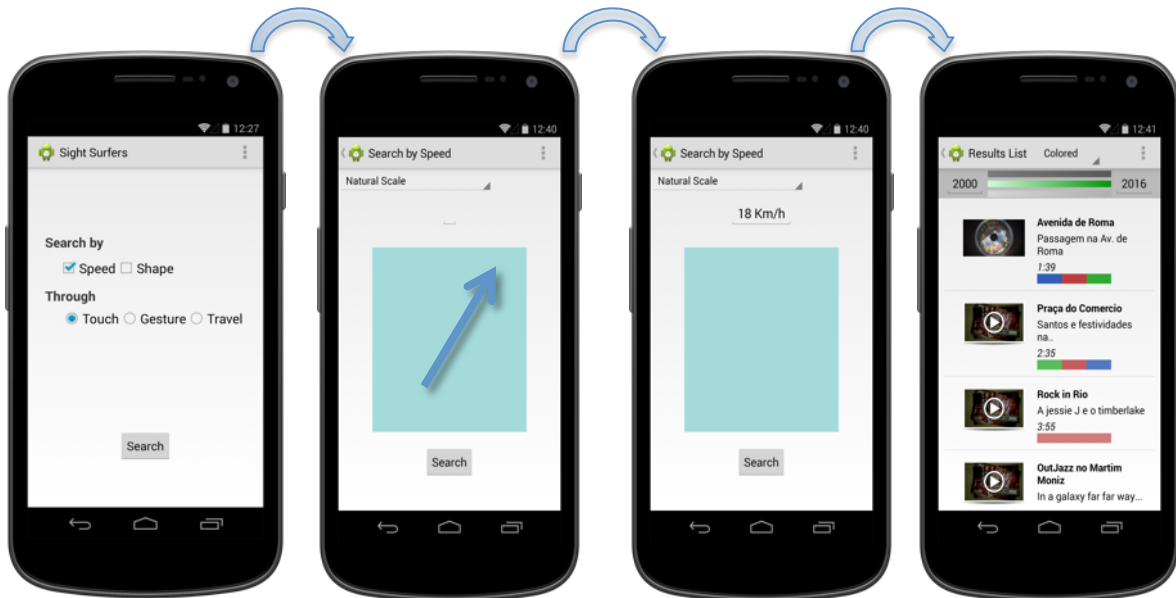


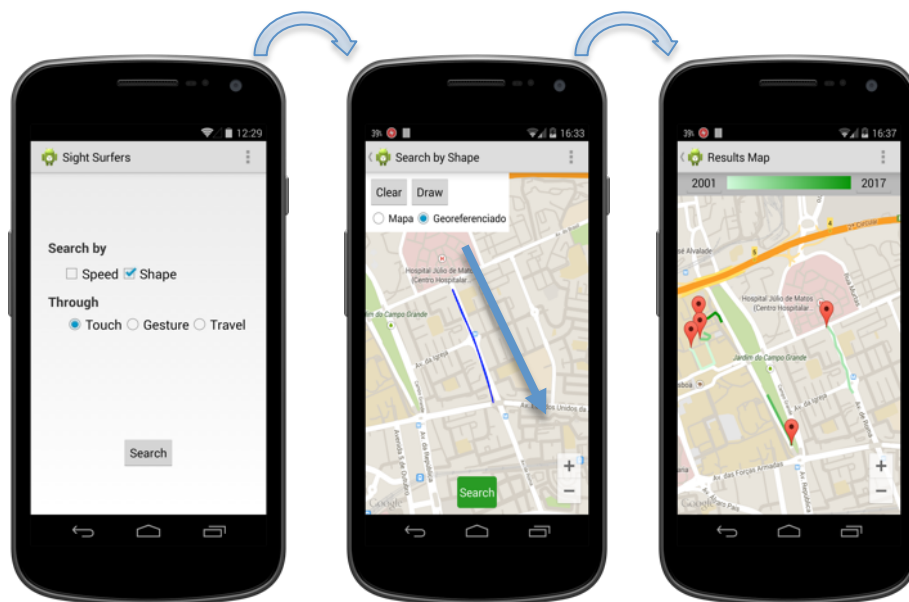
Figura 3:2 Procura por velocidade através do toque, com os resultados apresentados em lista

Na (Fig.3:2) é apresentada a sequência de interações que o utilizador realiza, de forma a concluir uma procura por velocidade através do toque. Os resultados são apresentados numa lista.



Figura 3:3 Procura por velocidade através do movimento, com os resultados apresentados em lista

Na (Fig.3:3) é apresentada a sequência de interações necessária para realizar uma procura por velocidade, através do movimento do telemóvel. Os resultados são apresentados numa lista.



*Figura 3:4 Procura por forma através do toque, com os resultados apresentados em mapa*

Na (Fig.3:4) é apresentada a sequência de interações necessária para realizar uma procura por forma, desenhando o trajeto desejado através do toque. Os resultados são apresentados num mapa, cada vídeo é representado por um traço verde. A cor do trajeto, varia consoante o tempo de captura do vídeo, quanto mais recente, menor a transparência.

### **3.4 Captura de Vídeo e Metadados**

A captura de vídeo foi feita através da câmara Sony Bloggie Cam1 (Fig.3:5). Este dispositivo está disponível para o consumo público e tem a capacidade de gravar vídeos em 360° através de uma lente panorâmica. Depois de efetuada a captura e através de software do fabricante para o efeito, é feita a conversão do vídeo para um retângulo que cobre toda a sua extensão e que na apresentação do vídeo é mapeada na secção de uma esfera (Fig.3:6).



*Figura 3:5 Câmara Sony Bloggie utilizada para capturar vídeos em 360°*



*Figura 3:6 Forma do vídeo capturado pela câmara*

Em simultâneo, para proceder à captura dos meta dados, o utilizador utiliza a aplicação Android para capturar os meta dados, utilizando o GPS embutido no dispositivos para capturar a latitude, longitude e velocidade a cada segundo, e o giroscópio para saber a direção. Estes dados são então gravados no ficheiro XML que mais tarde irá servir para sincronizar e obter todos os dados necessários acerca do vídeo.

### **3.5 Procura por Forma, Velocidade e Tempo**

As dimensões do tempo e espaço são levadas em conta maioritariamente na localização, forma das trajetórias e na velocidade dos vídeos. No intuito de explorar interfaces interativas e levar a cabo testes com utilizadores nestas dimensões, no âmbito do vídeo georreferenciado, foi primeiramente desenvolvido um protótipo de baixa fidelidade que permitisse avaliar um conjunto de cenários previamente idealizados, onde se pudesse validar as opções de design, obter retorno e sugestões para levar em conta no desenvolvimento dos protótipos em alta fidelidade.

A prototipagem e avaliação inicial foi efectuada utilizando ecrãs desenhados em papel. Cada cenário da aplicação foi desenhado num retângulo de papel de forma a

tentar simular ao máximo uma aplicação real. Este ecrãs foram então colocados por cima de um ecrã num *smartphone* real e todas as interações são feitas utilizando gestos e a imaginação dos utilizadores. Esta abordagem permitiu-nos testar diferentes alternativas de design sem um custo elevado e de forma rápida e eficiente, iterando e refinando algumas das funcionalidades numa fase embrionária do projeto.

De seguida, apresenta-se a motivação por de trás das principais opções de procura nas suas diferentes modalidades, em cenários de uso que são mais significativos em contextos móveis. As procuras desenhadas e implementadas no *Speed Sight Surfers*, podem ser feitas de forma separada, apenas por forma ou velocidade, ou se o utilizador preferir, pode combinar os dois critérios de procura juntado forma e velocidade. Além disso, a forma pode ser georreferenciada (com mapa) ou independente da localização.

### 3.5.1 Através do toque – com o dedo

Representa a interface mais tradicional, permitindo que o utilizador desenhe formas arrastando o dedo pelo ecrã (Fig.3:7), como num *touchpad* no portátil ou computador de mesa. A velocidade do desenho é também ela capturada, para procurar apenas por velocidade, ou pelas duas componentes, forma e velocidade. A forma desenhada pode ser georreferenciada, desenhada por cima de um mapa (Figs.3:8 e 3:9), ou não georreferenciada.

Esta modalidade além de se apresentar com a forma mais familiar de interação, oferece também uma maior precisão ao utilizador para especificar a velocidade desejada.

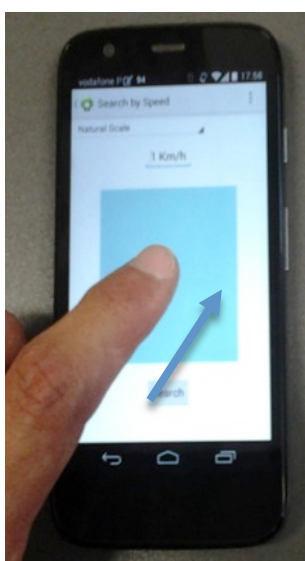


Figura 3:7 Captura da velocidade com o dedo



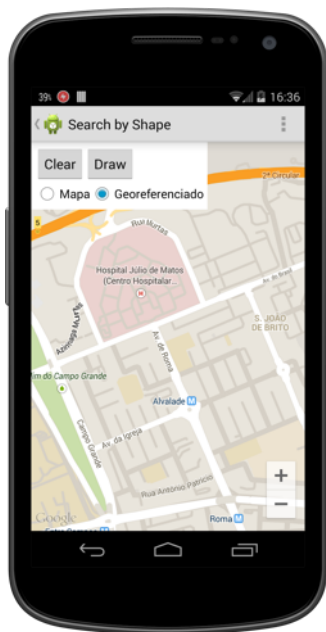
Figura 3:8 Desenho da forma georreferenciada em alta fidelidade



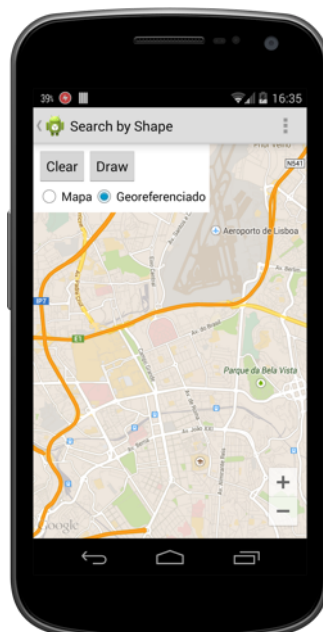
Figura 3:9 Utilizador desenha o percurso com o dedo em baixa fidelidade

## Escala e Zoom

Para maior flexibilidade a escala de referência pode ser configurada: a **escala natural**, corresponde à real velocidade de deslocação do dedo, telemóvel ou utilizador, a **escala configurável** é indicada explicitamente (exo: 1:100) e a **escala do mapa** que corresponde à escala inerente ao nível de zoom do mapa apresentado. As duas últimas podem ser alteradas por edição ou por zoom.



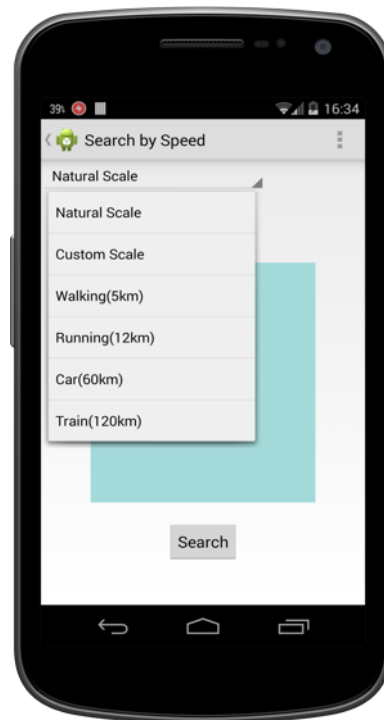
*Figura 3:10 Mapa com zoom aproximado*



*Figura 3:11 Mapa com zoom afastado*

## Velocidades pré-definidas

Adicionalmente o utilizador tem a sua disposição um conjunto de escalas predefinidas (Fig.3:12) que pode optar por seleccionar, ao invés capturar a velocidade através do dedo ou gesto. As velocidades disponíveis são as seguintes: **andar** (5km/h), **correr** (12km), **carro** (90km), **comboio** (120km/h). Estas velocidades pré-definidas foram implementadas para dar ao utilizador uma maior facilidade, se este quiser logo a partida uma determinada velocidade que poderá editar para ajustar.



*Figura 3:12 Menu com velocidades pré-definidas que o utilizador pode seleccionar*

### **3.5.2 Através do gesto – com o telemóvel**

Esta modalidade é utilizada movendo o telemóvel com um gesto de maneira a criar uma forma (Fig.3:13) ou a capturar a velocidade do movimento (Fig.3:14).

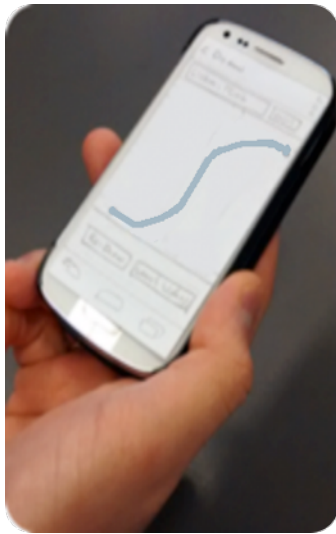
A velocidade do gesto é capturada usando o acelerómetro. No entanto este sensor não permitiu a captura da forma com a precisão necessária nos testes realizados no protótipo de alta fidelidade.

Por esse motivo decidiu-se utilizar o giroscópio para capturar a forma e o movimento consiste agora na inclinação do telemóvel de forma a desenhar a forma desejada num movimento mais confinado.

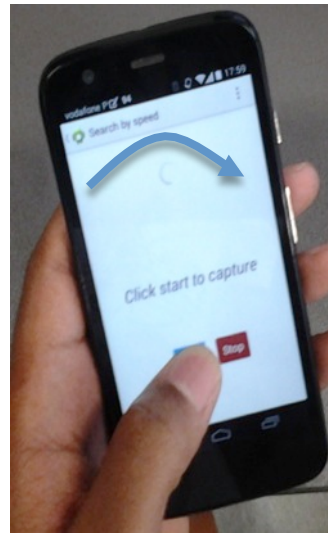
Esta interação pode ser feita utilizando a mão que segura o telemóvel, mesmo que a outra não esteja disponível, tendo o potencial de criar uma interação mais natural e imersiva, para seleccionar os vídeos desejados, visualizar no telemóvel ou ver o vídeo num ecrã de maiores dimensões como por exemplo numa TV, onde os utilizadores estão habituados a interagir com um telecomando numa só mão.

As opções de escala e velocidades pré-definidas estão também disponíveis nesta modalidade.





*Figura 3:14 Utilizador move o telemóvel para desenhar a forma em baixa fidelidade*



*Figura 3:13 Utilizador move o telemóvel para capturar a velocidade em alta fidelidade*

### **3.5.3 Através da deslocação**

É prática comum nos dias de hoje as pessoas deslocarem-se de carro, comboio, metro, avião ou até caminhando ou correndo. Neste contexto adicionalmente ou como alternativa à procura por vídeos capturados na localização atual do utilizador, poderá ser interessante, especialmente quando não se está a conduzir, ver vídeos que foram capturados com velocidades similares àquela a que o utilizador se desloca no momento (Fig.3:15), potenciando uma experiência de visualização mais imersiva fazendo condizer a velocidade do que vemos no vídeo com a velocidade experimentada na realidade. Esta funcionalidade poderá ter um impacto maior em velocidades altas, praticadas por exemplo em atividades radicais, mas uma outra possibilidade passa por procurar um vídeo da trajetória atual, com uma velocidade similar capturado há alguns anos atrás, de forma perceber como era a experiência no passado na mesma localização. Assim como nos casos anteriores, a velocidade e a trajetória podem ser capturadas. A velocidade e até mesmo a localização têm um potencial maior de imersão na visualização do vídeo, mas capturar a trajetória também pode ser interessante, para procurar vídeos com trajetórias semelhantes mesmo que em locais diferentes, por exemplo, uma pista de Kart com uma trajetória parecida noutra parte do mundo. Enquanto os gestos são baseados em sensores, a deslocação utiliza os serviços de localização como o GPS.



*Figura 3:15 Utilizador captura a velocidade de deslocação viajando num carro*

As opções de escala e velocidades pré-definidas estão também disponíveis nesta modalidade, por flexibilidade, apesar de ser mais vocacionada para assumir a velocidade real experienciada pelo utilizador.

### **3.5.4 Procura por tempo**

Além de permitir a procura espacial, existe também a possibilidade de procurar os vídeos temporalmente. Este tempo, pode ser o tempo em que o vídeo foi capturado, ou o tempo retratado no vídeo. Para tal, o utilizador tem a opção de seleccionar o(s) ano(s) pretendido(s) através de um teclado virtual (Fig.3:17) em duas caixas de texto à esquerda e direita da *timeline* de referência que indica o intervalo de tempo correspondente aos vídeos mostrados, no topo de ecrã de resultados (Fig.3:16-3:18).

Existe ainda a alternativa de executar um gesto circular para aumentar ou diminuir o intervalo temporal (Fig.3:16 e 3:18).

Para tal, ao desenhar uma espiral no sentido dos ponteiros do relógio, o utilizador avança no tempo, enquanto uma espiral no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio significa recuar no tempo. Este mapeamento foi idealizado como o mais natural, tendo em conta a metáfora do relógio.



*Figura 3:16 Gesto no sentido contrário aos ponteiros do relógio para recuar no tempo*



*Figura 3:17 Utilizador altera o limite superior do tempo utilizando o teclado virtual*



*Figura 3:18 Gesto no sentido contrário aos ponteiros do relógio para avançar no tempo*

### 3.6 Resultados no Mapa ou Lista

Os vídeos resultantes da procura efectuada podem ser apresentados tanto numa interface de mapa como numa interface de lista. No mapa (Fig.3:19 e 3:20) cada vídeo é representado pela sua trajetória onde cada trajetória pode ainda ser vista como uma *timeline* sincronizada com o vídeo como no Sight Surfers (Noronha et al. 2012). Esta é a interface por omissão quando a procura é feita pela localização.

Os resultados podem ainda ser apresentados independentemente da sua localização numa lista (Fig.3:21), onde a velocidade é representada por uma barra colorida. Os utilizadores têm a flexibilidade de poder mudar entre mapa e lista dentro do mesmo espaço de resultados e seleccionar a interface que prefere.

Foram desenhadas várias alternativas de design para representar os resultados, cada uma apresentando diferentes formas visuais de oferecer informação ao utilizador para a percepção do conteúdo do vídeo, em termos de, forma, velocidade e tempo, tanto em lista como em mapa.

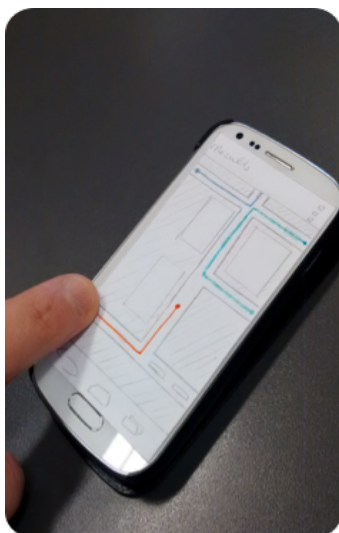


Figura 3:19 Resultados no mapa em baixa fidelidade

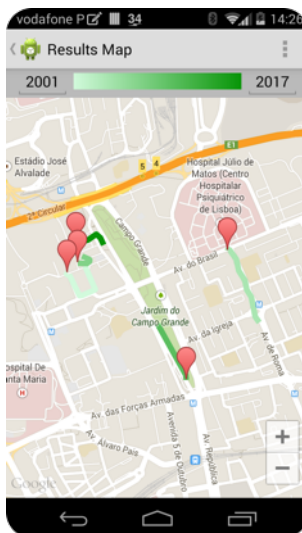


Figura 3:20 Resultados no mapa em alta fidelidade

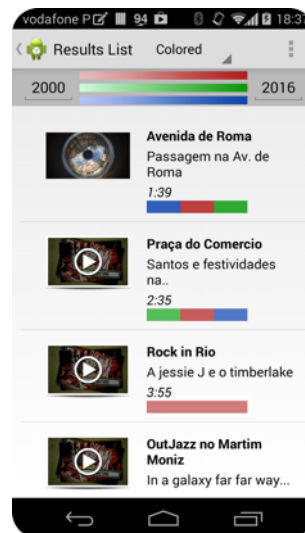


Figura 3:21 Resultados na lista em alta fidelidade

### 3.6.1 Percepção da velocidade

A velocidade pode variar ao longo do vídeo, sendo assim, os resultados apresentados em primeiro lugar são os que mantêm a velocidade desejada com alguma tolerância, durante mais tempo. Nas Fig.3:20-22 são apresentadas três alternativas de design para representar a velocidade do vídeo na *timeline*.

Na figura 3:22 a *timeline* colorida mostra a cor verde para representar a velocidade procurada, vermelho para velocidades maiores e azul para velocidades menores. Na figura 3:23 a *timeline* em tons de cinzento mostra o tom médio para representar a velocidade desejada, um tom mais escuro para velocidades mais altas e um tom mais claro para velocidades mais baixas. Por fim, a figura 3:24 mostra a *timeline* com uma cor de realce, neste caso o verde, para representar a velocidade procurada e dois tons de cinzento para representar velocidades mais baixas e mais altas como na versão em tons de cinzento, oferecendo um maior contraste da velocidade procurada.

Os *timelines* têm sempre uma dimensão relativa, desta forma, cada bloco colorido na *timeline* indica uma percentagem ( 0 – 100%) do tempo do filme. Uma alternativa seria usar uma dimensão absoluta, no entanto esta abordagem provoca um grande desequilíbrio no tamanho das *timelines*. Um vídeo curto apresenta uma *timeline* muito pequena e um vídeo longo uma *timeline* muito grande, por este motivo foi decidido utilizar uma dimensão relativa.

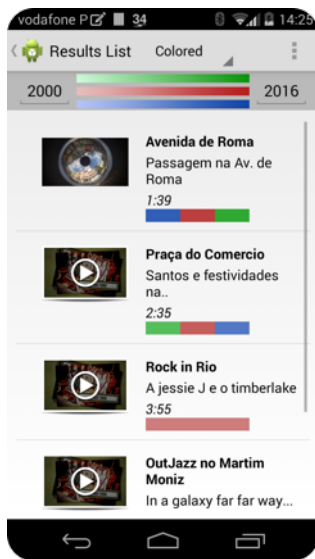


Figura 3:22 Timeline com três cores

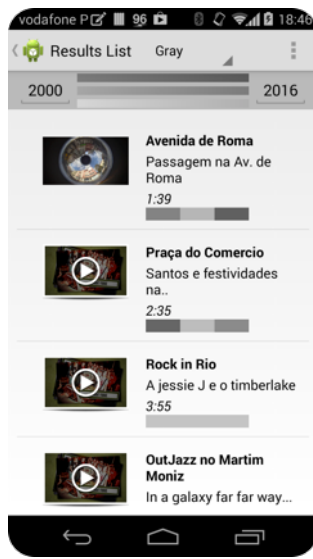


Figura 3:23 Timeline em tons de cinzento

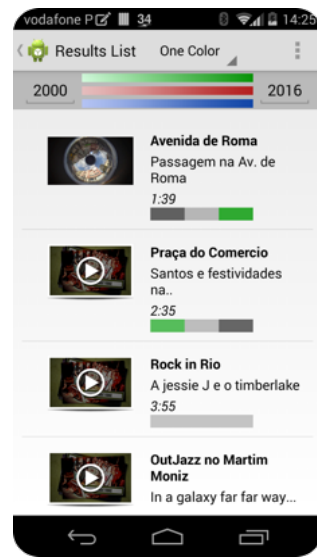


Figura 3:24 Timeline com uma cor de destaque

### 3.6.2 Percepção da forma

A forma é mostrada por omissão no mapa (Fig.3:26), no entanto também pode ser mostrada na lista, onde cada *timeline* do vídeo toma a forma da trajetória correspondente (Fig.3:25).

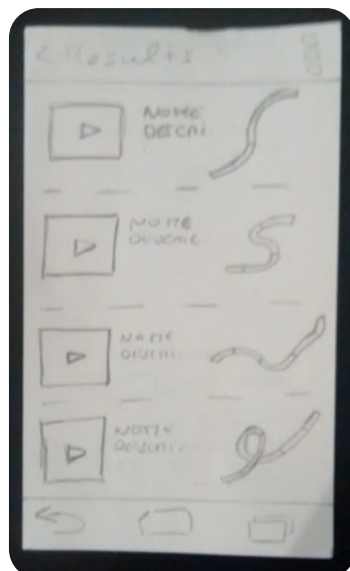


Figura 3:25 Timeline com forma do percurso em baixa fidelidade

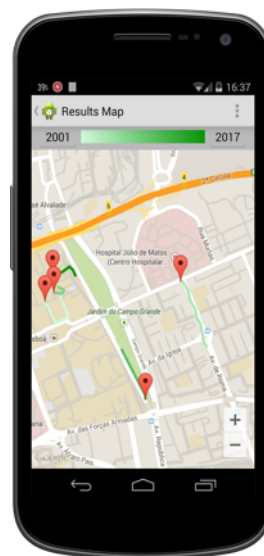


Figura 3:26 Resultados no mapa em alta fidelidade

### 3.6.3 Percepção do tempo

A duração do vídeo é mostrada numericamente ao lado do vídeo e através do *player* vídeo aquando da sua visualização. O tempo em que o vídeo foi capturado é representado através da cor, quer nas *timelines* na interface de lista (Figs.3:22-24) quer nas trajetórias do vídeo na interface no mapa (Fig.3:20).

No topo do ecrã, uma *timeline* colorida representa o intervalo temporal de referência correspondente à “idade” dos vídeos apresentados. O tempo mais antigo é apresentada à esquerda com a menor saturação de cor, a saturação vai aumentando gradualmente para a direita, onde é apresentado o tempo mais recente.

Os campos de texto (Fig.3:20) apresentados à esquerda e à direita indicam o intervalo de tempo. Esta interface faz com que o mapeamento entre o tempo e a cor seja explícita para os utilizadores, permitindo identificar rapidamente os vídeos mais recentes e mais antigos. Esta *timeline* de referência pode apresentar-se como uma barra única colorida, quando a velocidade não é mostrada (apenas verde na Fig.3:20), ou apresentar três barras, uma para cada cor (Figs.3:22-24), para evidenciar como cada cor vai “envelhecendo”.

### 3.6.4 Visualização Espaço-temporal de Vídeo

Estão a ser exploradas novas visualizações para trajetórias georreferenciadas de vídeos, de forma a oferecer ao utilizador uma maior percepção espaço-temporal, relativamente à forma, velocidade, tempo e conteúdo. Estas visualizações interactivas estão a ser concebidas e desenvolvidas em conjunto com uma colega em doutoramento (Jorge, A. et al, 2014).

Como exemplo, apresenta-se na Fig.3:27, um visualização 3D de trajetórias que destacam a sua velocidade e idade. A velocidade do vídeo é representada pela altura da curva, quanto mais alta - mais frames - mais lento é o vídeo. A idade é representada pelo gradiente da cor verde, quanto mais brilhante, mais recente é o vídeo.



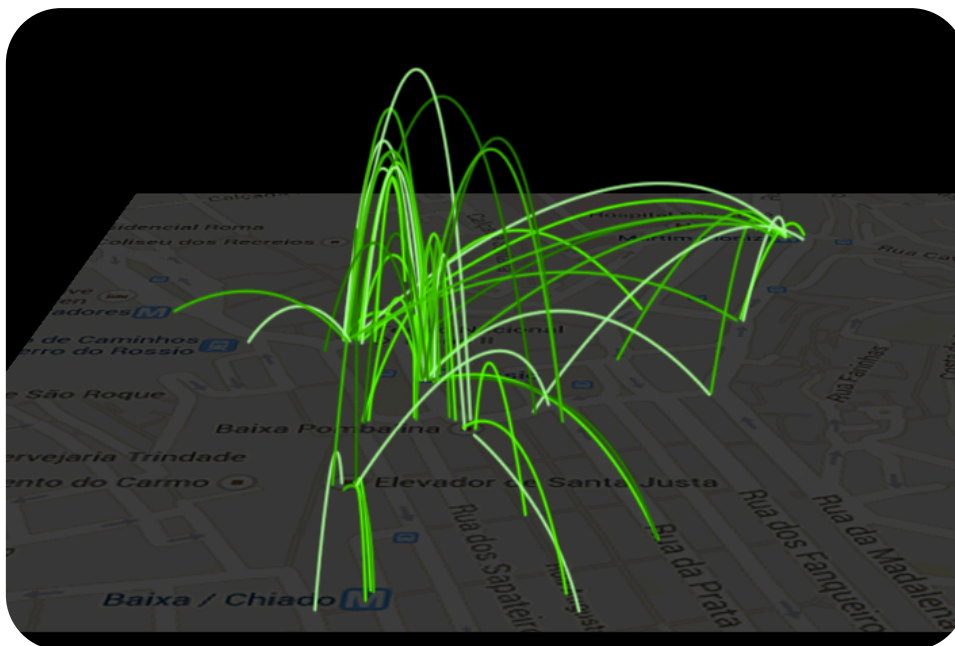


Figura 3:27 Representação 3D da velocidade e idade de vídeo tours,

Na figura 3:28, apresenta-se uma representação de um trajecto de um vídeo de uma tour com ênfase no seu conteúdo. É apresentado um resumo visual do conteúdo do vídeo ao longo do trajecto, uma tagcloud das palavras que representam o diálogo ou narração do vídeo de acordo com a sua frequência (à sua esquerda), e pontos onde outras trajectórias cruzam com a actual (círculos vermelhos), que serão abertas quando seleccionadas. No topo direito da imagem, o vídeo vai sendo reproduzido de form sincronizada com o percurso. Este trabalho surge na sequência do Sight Surfers, e do MovieClouds (Gil et al., 2012) cujo foco foi a visualização e navegação de filmes com base no seu conteúdo.

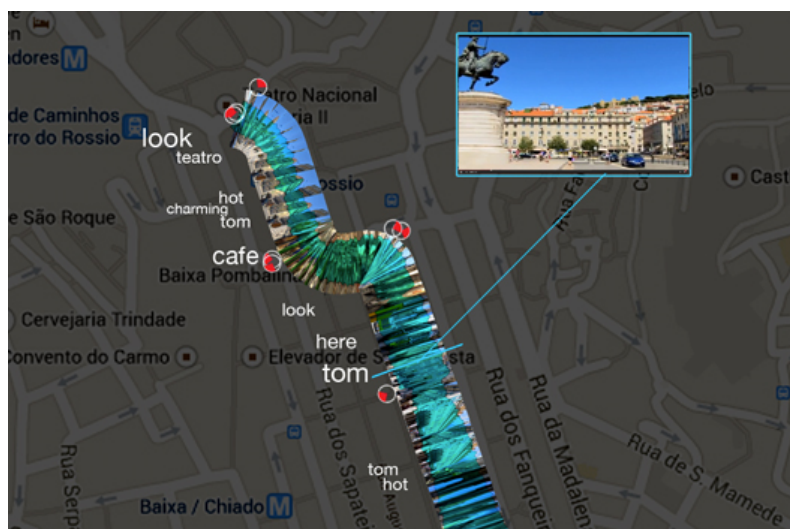


Figura 3:28 Visualização de conteúdo numa vídeo tour

### 3.7 Visualização de Vídeo 360°

O *player* implementado disponibiliza ao utilizador visualização de vídeos em 360°, permitindo que o ângulo do campo de visão seja alterado de duas formas: gestualmente e por movimento do telemóvel. Gestualmente o utilizador arrasta o campo de visão deslocando o dedo sobre o ecrã do *smartphone* para a esquerda ou direita. Em alternativa, se preferir, pode ser utilizado o *smartphone* como meio de alterar o ângulo de visão, movimentando o dispositivo para a esquerda, direita, cima ou baixo como se o dispositivo fosse uma janela para o vídeo na qual o utilizador se encontra imerso. Desta forma pretende-se tornar a experiência de visualização mais imersiva, potenciando a multi modalidade presente nos dispositivos móveis.

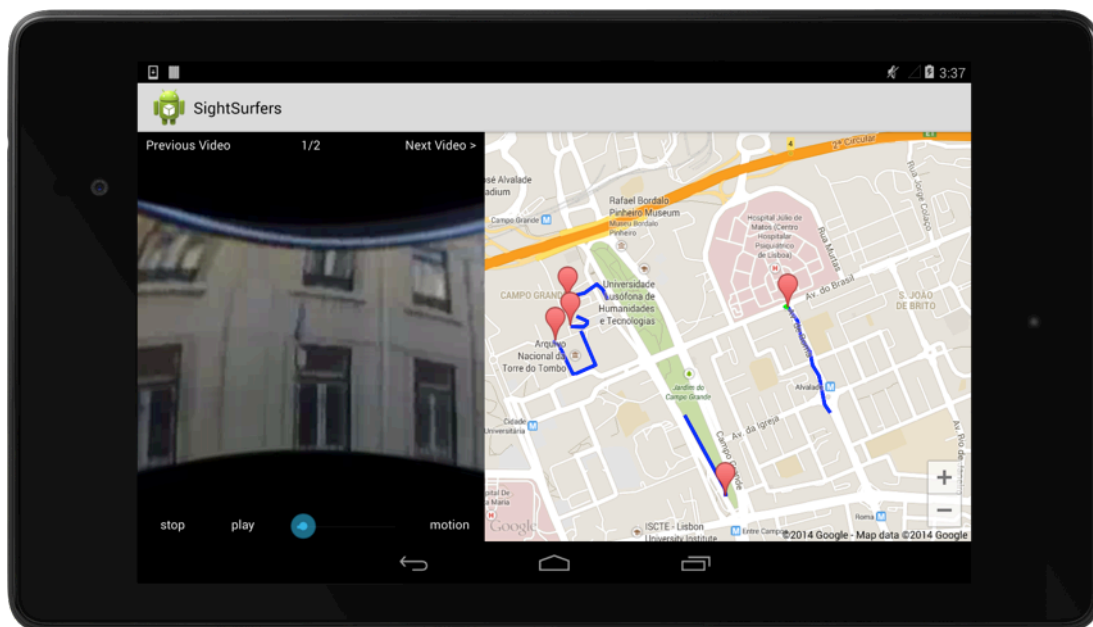


Figura 3:29 Player do vídeo lado a lado com o mapa, o vídeo está sincronizado com o mapa

### 3.8 Vídeo e Mapa em Sincronia

O player desenvolvido permite ainda que o utilizador possa ver o vídeo de forma sincronizada com o mapa (Fig.3:29). O sistema coloca lado a lado o mapa com o percurso do vídeo e o *player* onde este é reproduzido. No momento em que o utilizador começa a reprodução do vídeo, o percurso de forma sincronizada, é pintado de vermelho, assinalando ao utilizador onde está e quanto do percurso foi percorrido.

Adicionalmente o mapa mostra percursos de vídeos que estejam próximos do vídeo em questão. Neste contexto, o utilizador pode seleccionar automaticamente outro vídeo,



carregando sobre o percurso do mesmo no mapa. O *player* reproduzira o vídeo selecionado.

Adicionalmente, o *player* durante a reprodução do vídeo avisa o utilizador de vídeos nas proximidades, num determinado raio. Estes vídeos podem ser vídeos próximos ou vídeos que intersectam o vídeo que se está a ver no momento, durante a reprodução. A qualquer altura, pode ser mostrada uma indicação rectangular com o número de vídeos disponíveis (Fig.3:30 – retângulo branco). Ao carregar no retângulo é apresentada uma lista com os vídeos, sem nunca sair do ecrã do reprodução do vídeo. O utilizador pode optar por escolher um vídeo da lista, que é automaticamente reproduzido, ou carregar fora da lista para remover a lista de vídeos e continuar a reprodução do vídeo original.

Esta indicação apenas é apresentada quando o *player* se encontra em *full-screen* (Fig.3:30), quando lado a lado com o mapa (Fig.3:29) os vídeos próximos já aparecem no mapa, não havendo necessidade de também indicar no *player*.

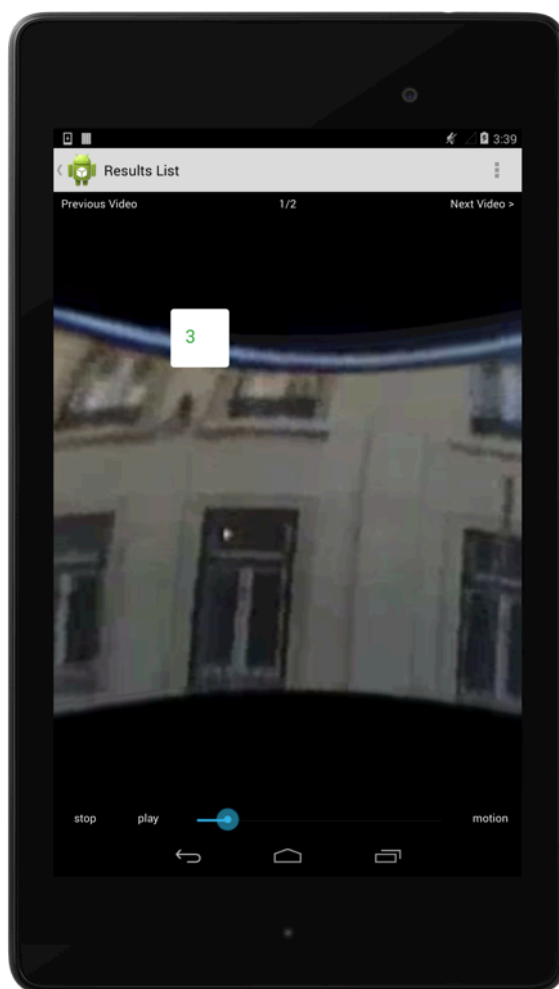


Figura 3:30 Player do vídeo na vertical

### 3.9 Navegação Temporal no Vídeo

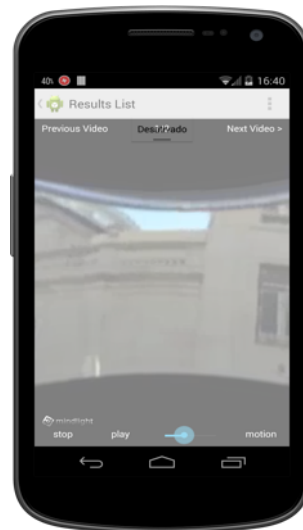
De forma a explorar a dimensão temporal do vídeo e indo de encontro ao que foi proposto nos objectivos iniciais, foi idealizada e implementada uma interface de navegação temporal gestual durante a reprodução do vídeo. Esta interface permite a navegação no tempo de duas maneiras diferentes: 1) no tempo do vídeo, ou seja, o utilizador pode andar para a frente ou para trás na *timeline* do vídeo; ou se preferir, pode navegar 2) no tempo de gravação do vídeo, por exemplo, se o vídeo a ser visualizado foi capturado em 1980 o utilizador pode querer procurar vídeos posteriores (exo: capturadas em 1990) ou anteriores (exo: 1970).

Para ativar a interface de procura durante a reprodução do vídeo, o utilizador carrega duas vezes com o dedo sobre o ecrã, de seguida o vídeo pára e um ecrã transparente é apresentado ao utilizador (Fig.3:31). Nessa altura, o utilizador escolhe o modo de navegação que prefere e por fim executa um gesto com o dedo sobre o ecrã para navegar no tempo. O gesto efectuado pode ser uma espiral no sentido dos ponteiros do relógio para andar para a frente (Fig.3:32), ou no sentido contrário aos ponteiros do relógio para andar para trás. Quando o utilizador acaba de executar o gesto, o ecrã transparente desaparece, a navegação temporal é efectuada, e o vídeo inicia novamente a sua reprodução.

A navegação temporal é feita da seguinte forma: é seleccionado o vídeo com a “idade” mais próxima, posterior ou anterior ao vídeo que está a ser visualizado no momento, consoante o gesto realizado pelo utilizador. No caso de existir mais de um resultado possível, é escolhido o que foi devolvido em primeiro da lista de resultados.



*Figura 3:31 Gesto no sentido dos ponteiros do relógio para andar para a frente no tempo do vídeo*



*Figura 3:32 Ecrã transparente que aparece por cima do vídeo quando o utilizador carrega duas vezes no ecrã*

### 3.10 Sumário

Foi apresentada a aplicação Speed Sighth Surfers, primeiramente os requisitos e casos de uso mais relevantes foram descritos textualmente e apresentados num diagrama de casos de uso de forma a mais facilmente dar a perceber ao leitor o propósito da aplicação.

De seguida, as funcionalidades interativas que constituem a aplicação foram descritas uma a uma, indicando os principais objectivos de cada uma, qual o motivo pela sua criação e o seu design em protótipos de baixa e alta fidelidade de forma a ajudar a compreensão das funcionalidades apresentadas.

Foram primeiramente apresentadas as várias modalidades de entrada de procura, através do toque, gesto e deslocação, nas vertentes de forma e velocidade e de seguida os vários modos de saída de resultados, em lista e mapa, nas suas diferentes variantes.

Por fim, apresentaram-se funcionalidades mais recentes de navegação no visionamento do vídeo. De forma a visualizar vídeo 360° e em sincronia com o mapa, foi implementado um *player* que permite a alteração do ângulo do campo de visão através do movimento e toque. Além disso, existe a possibilidade de navegar no tempo vídeo através de duas modalidades: utilizando um teclado virtual e caixas de texto para alterar o limite superior e inferior do tempo, ou realizando um gesto em forma de espiral sobre o ecrã no sentido dos ponteiros do relógio para avançar ou no sentido contrário para recuar.

## Capítulo 4

### Implementação do Sistema

Na seção anterior foram apresentadas as funcionalidades e conceitos mais importantes da aplicação Speed Sighth Surfers, este capítulo apresenta os aspectos mais relevantes da sua implementação. O projeto efectuado centrou-se na dimensão mobile, e devido a constante evolução das tecnologias utilizadas alguns desafios foram aparecendo ao longo do caminho, que serão abordados neste capítulo.

As primeiras secções focam-se na arquitetura do sistema e na metodologia utilizada e as secções seguintes abordam cada um dos componentes da aplicação, explicando de forma sumariada a implementação efectuada.

#### 4.1 Estrutura da Aplicação

A aplicação realizada nesta dissertação centra-se exclusivamente do lado do cliente, uma aplicação móvel que acede a vídeos georreferenciados, desenvolvida para Android utilizando o SDK oficial disponibilizado pela Google. A estrutura da aplicação esta inerente a estrutura do SDK do Android,

Embora o objetivo não seja descrever exaustivamente a estrutura e os vários componentes do SDK, é importante mencionar os mais relevantes para a implementação da aplicação.

A camada da interface do utilizador é implementada utilizando fragmentos. Um fragmento representa uma porção da interface que pode ou não conter comportamento. Os fragmentos são obrigatoriamente anexados a uma activity. Em Android uma activity representa uma janela da aplicação só podendo existir uma a ser apresentada ao utilizador a cada instante. As activities podem conter um ou mais fragmentos, e os fragmentos podem ser utilizados de activity para activity, esta funcionalidade promove a reutilização e modularização do código.

Na aplicação *Speed Sighth Surfers*, o pacote *com.sightSurfers.app.Activites* contém as activities implementadas na aplicação, o pacote *com.sightSurfers.app.Fragment*

contêm os vários fragmentos que são utilizados na aplicação, normalmente um para cada ecrã de interação. Estes fragmentos vão depois ser anexados as *activities* para compor a interface. Toda a lógica da aplicação no que diz respeito ao *input* está contida nos fragmentos.

Embora se possa utilizar fragmentos para implementar qualquer tipo de operação, não é recomendado a implementação de tarefas de longa duração em componentes responsáveis pela interface do utilizador, de forma a não tornar a interface lenta e pesada. Para tal o Android disponibiliza o componente Serviço, este componente corre em *background* e serve para implementar tarefas de longa duração, não oferecendo uma interface de utilização.

A captura de metadados é implementada utilizando um serviço que pode ser encontrado no pacote *com.sightSurfers.app.Services*, este serviço corre em *background* e captura os metadados num determinado intervalo de tempo, como explicado em maior detalhe na secção 4.3.

Por fim o pacote *com.sightSurfers.app.Adapters*, contém os adapters utilizados na aplicação. Um adapter nada mais é do que um intermediário entre a camada de dados da aplicação, neste caso os vídeos e os metadados e a interface do utilizador (Fragmentos). O adapter é responsável por receber os dados da camada de persistência, fazer os tratamentos dos dados da forma que deseja e enviar os dados já tratados para os fragmentos, de forma a serem apresentados ao utilizador.

No nosso caso os adapters recebem os vídeos e os metadados e tem a responsabilidade de criar as *timelines* e calcular as cores respectivas. O cálculo de cores e o algoritmo utilizado é explicado em maior detalhe nas secções seguintes.

## 4.2 Metodologia de Desenvolvimento

O trabalho desenvolvido nesta tese é a continuação de um projeto alargado de investigação que tem vindo a ser desenvolvido nos últimos 3 anos. Um dos seus principais cuidados tem sido a criação de bases para desenvolvimentos futuros.

O software desenvolvido tem vindo a ser usado em PCs, tablets e smartphones, sendo os ambientes móveis o principal foco da presente tese.

Para desenvolver a aplicação Android foi utilizado o Android SDK. Esta *framework* permite a criação de aplicações para o sistema operativo Android, tanto para *tablet* como telemóvel, baseado no padrão MVP (*Model-View-Presenter*) que deriva do conhecido MVC (*Model-View-Controller*), neste padrão a *View* tem como principal função manipular e controlar os eventos que ocorrem no UI (*onTouch,onClick,etc..*), o

*model* é responsável pelo domínio da aplicação, neste caso, a lógica das procuras, navegação e visualização e o *presenter* serve de mediador entre os dois.

### 4.3 Captura dos Metadados

O módulo de captura de metadados, implementado nesta aplicação, difere um pouco da implementação anterior visto que atualmente é também capturada a velocidade a cada ponto. Toda a captura é baseada no GPS do telemóvel, que captura os dados num intervalo de segundo a segundo, persistindo os mesmo num ficheiro XML. Os dados capturados são: a velocidade, a latitude e longitude, no final a velocidade média do vídeo é calculada e gravada. O ficheiro XML apresenta a seguinte estrutura :

---

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes" type="text/xml">
<root>
  <name>fcul</name>
  <data>1396439324938</data>
  <Coords>
    <Coord>
      <Lat>38.75578042</Lat>
      <Lon>-9.15674638</Lon>
      <Speed>14</Speed>
    </Coord>
    <Coord>
      <Lat>38.75578451</Lat>
      <Lon>-9.1567505</Lon>
      <Speed>12</Speed>
    </Coord>
    <Coord>
      <Lat>38.75575761</Lat>
      <Lon>-9.15665937</Lon>
      <Speed>10</Speed>
    </Coord>
    <Coord>
      <Lat>38.75575331</Lat>
      <Lon>-9.15657986</Lon>
      <Speed>10</Speed>
    </Coord>
  </Coords>
</root>
```

Figura 4:1 Estrutura do documento XML que persiste os dados capturados

### 4.4 Player de Vídeo 360°

No trabalho anterior desenvolvido no Sight Surfers um *player* de vídeo em 360° foi implementado em *flash* de forma a tirar o máximo partido do vídeo panorâmico, oferecendo uma experiencia de visualização mais rica e imersiva ao utilizador. O *player* permite que o utilizador arraste o campo de visão com o rato, de forma a poder ver o vídeo a toda a volta.

A tecnologia *flash* desenvolvida para implementar este componente devido a restrições do sistema operativo Android, tornou impossível a sua utilização nos

telemóveis, visto que aplicações em *flash* não são permitidas, por motivos de eficiência de CPU e energética.

Para oferecer uma experiência de visualização semelhante ou até melhor, tirando proveito dos sensores disponíveis nos telemóveis, decidiu-se então implementar um *player* de vídeo em 360° para o sistema operativo Android utilizando o *Software Developer Kit* e a biblioteca PanFrame ([url-panframe](http://url-panframe.com)), de forma a correr nativamente e sem qualquer restrição técnica.

O *player* implementado utiliza uma projeção esférica para mapear o vídeo, e permite que o utilizador altera o ângulo do campo de visão através do toque, ou através da movimentação do dispositivo para a esquerda, direita, cima ou baixo. No trabalho anterior *Windy Sight Surfers* (Ramalho & Chambel, 2013), um *player* de vídeo 360° já tinha sido implementado para Android, no entanto a sua implementação é baseada apenas no SDK do Android, o que torna a alteração do ângulo do campo de visão quer por toque quer por movimento do dispositivo seja pouco fluida e por vezes difícil de controlar.

Ao utilizar a biblioteca PanFrame tirou-se partido de uma solução já testada e criada com o objetivo de reproduzir vídeos em 360° em dispositivos móveis e que nos permitiu desenvolver um *player* mais robusto e com uma interação muito mais fluida.

## 4.5 Cálculo da Velocidade através do Dedo

A captura da velocidade através da velocidade do dedo é feita com base na deslocação física efectuada pelo mesmo sobre o ecrã. É calculada a distância em pixéis, que é de seguida convertida para metros, através da seguinte fórmula:

$$(distancia \div dpi * 2.5)/100$$

É capturado o tempo que o utilizador demorou a efetuar o movimento em milissegundos, que é depois convertido para segundos. Com estes dados, distância em metros e tempo em segundos, podemos calcular a velocidade utilizando a fórmula:

$$velocidade = distancia \div tempo$$

Por fim para converter a velocidade de m/s para km/h multiplica-se por 3,6.

Adicionalmente o utilizador tem à sua disposição um conjunto de velocidades pré-definidas que pode optar por seleccionar, ao invés de capturar a velocidade através do dedo e pode escolher uma escala diferente da natural como descrito na secção 3.4.1. Neste caso a velocidade multiplica pelo factor de escala correspondente à escala escolhida.

## 4.6 Cálculo da Velocidade através do Movimento do Telemóvel

A captura da velocidade através do movimento do telemóvel é feita através do acelerómetro do dispositivo. O acelerómetro mede a aceleração em  $\text{m/s}^2$  que é aplicada sobre o dispositivo no três eixos (X,Y,Z) incluindo a força da gravidade. Estes valores são discretos e não contínuos.

Para capturar a velocidade do movimento, ao executar os gesto, os valores capturados pelo acelerómetro são guardados numa lista. Quando o utilizador acaba o gesto, percorre-se a lista para ir buscar o valor mais alto, este valor é depois convertido para km/h e apresentado ao utilizador.

Como dito anteriormente, o acelerómetro apenas da valores discretos da força aplicada ao dispositivo. Estes valores são capturados pelo sensor numa determinada frequência e não é por isso possível obter uma velocidade contínua sem que o erro de cálculo seja demasiado grande. Sendo assim e de forma a contornar esta limitação, escolhe-se o valor mais alto capturado durante o movimento para apresentar ao utilizador.

Para realizar a conversão de  $\text{m/s}^2$  para km/h multiplica-se os  $\text{m/s}^2$  por 3,6. 1 metro por segundo ao quadrado equivale a 3,6 quilómetros por hora.

## 4.7 Algoritmo para Colorir os Trajetos

Os trajetos dos vídeos no mapa, e as *timelines* na lista, apresentam uma cor, consoante a velocidade do vídeo, e uma transparência consoante a data da sua captura, por outras palavras, a sua idade. A cor que representa a velocidade é calculada através da velocidade procurada pelo utilizador e a velocidade média do filme, que foi gravada no XML aquando da sua captura. Com uma simples comparação verifica-se se está acima, abaixo, ou dentro do intervalo procurado. Temos ainda acesso à velocidade capturada a cada segundo no ficheiro XML.

## 4.8 Algoritmo para a Representação do Tempo

A transparência da cor é calculada tendo em conta o intervalo de tempo dos resultados apresentados. Escolhem-se duas cores, uma representa a idade mais antiga e é atribuída ao vídeo mais antigo, enquanto a outra, representa a idade mais recente e é atribuída ao vídeo mais recente, os restantes vídeos estão compreendidos dentro deste intervalo. Para calcular a cor a utilizar, é feita uma interpolação da cor mais antiga para a mais recente. O nível de transparência incrementado em cada interpolação depende do numero de anos diferentes no espaço de resultados, quanto maior for o numero de anos



diferentes mais será o número de cores nos resultados, permitindo distinguir mais tonalidades de cores para os vídeos representados.

## 4.9 Conversão das Coordenadas Geodésicas para Cartesianas

As coordenadas capturadas através do GPS são guardadas em formato geodésico (latitude, longitude), de forma a poder representar a forma do trajeto no ecrã do telemóvel é necessário converter as mesmas para o formato cartesiano (x,y). Para desenhar no ecrã o SDK do Android disponibiliza a classe *Canvas* que é responsável por fazer o *rendering* da informação visual que o programador implemente.

O sistema de coordenadas do *Canvas* apenas aceita coordenadas cartesianas sendo o ponto (0,0) o canto superior esquerdo, para tal é necessário realizar previamente a conversão das coordenadas guardadas no ficheiro XML e só então desenhar o trajeto no ecrã.

Esta conversão apenas é necessária quando se quer apresentar a forma do trajeto num ecrã sem mapa (Fig.4:2 ). Quando é utilizado o mapa através da API Google Maps, a própria API faz a conversão automática das coordenadas geodésicas para cartesianas.

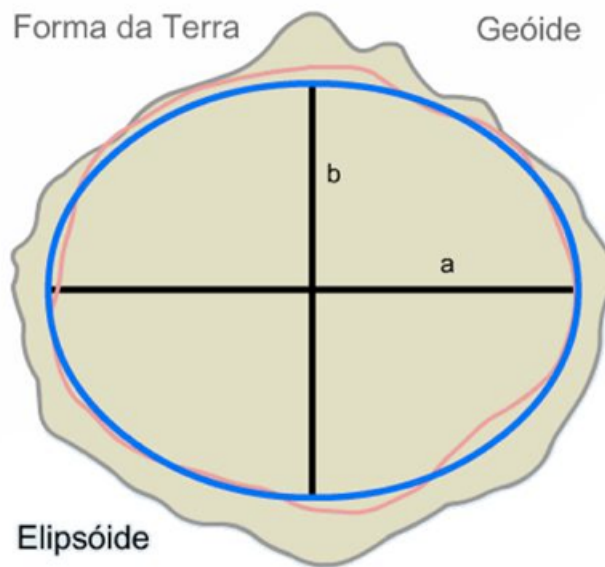


*Figura 4:2 Forma do percurso efetuado pelo utilizador, apresentado sem mapa*

Devido a complexidade da superfície da terra, esta não pode ser perfeitamente definida através de uma só superfície o que torna o cálculo das posições geográficas bastante complexo. De forma a simplificar este cálculo foi definido um modelo matemático mais simples denominado elipsoide de referência (Fig.4:3 – Elipsoide assinalado a azul).

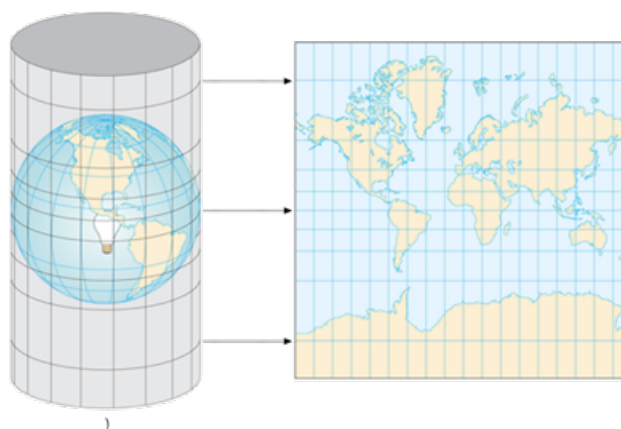
O elipsoide é uma superfície que resulta de uma rotação da elipse em torno de um dos seus eixos, esta superfície é facilmente definida em termos matemáticos e a que

mais se aproxima do formato da terra, facilitando o cálculo das coordenadas, é hoje em dia a superfície usada para efetuar os cálculos da rede geodésica. O elipsoide é definido por dois eixos: um raio equatorial (semi-eixo maior  $a$ ) (Fig.4:3 – eixo  $a$ ) e raio polar (semi-eixo menor  $b$ ) (Fig.4:3 – eixo  $b$ ), um terceiro parâmetro  $f$  define o achatamento.



*Figura 4:3 Elipsóide assinalado a azul, superfície que se aproxima da forma da terra*

A conversão das coordenadas de forma a mostrar o trajeto que o utilizador fez, é feita através da projeção de Mercator. Esta projeção usa uma projeção cilíndrica, o cilindro é depois achatado mapeando a terra num plano (Fig.4:4). É importante ressaltar que a Terra é uma superfície aproximadamente esférica e não é possível a sua representação numa superfície plana sem a ocorrência de algumas distorções.



*Figura 4:4 Projeção de Mercator*

Para obter as coordenadas cartesianas através da projeção de Mercator são usadas as seguintes fórmulas:

$$x = R(\lambda - \lambda_0), \quad y = R \ln \left[ \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \right].$$

Figura 4:5 Formulas para calcular as coordenadas cartesianas

Nas fórmulas da (Fig.4:5) a constante  $R$  representa o raio da terra, sensivelmente 6,371 Km, o  $\lambda$  a longitude e o  $\phi$  a latitude.

```
latitude    = 41.145556; // (φ)
longitude   = -73.995;   // (λ)

mapWidth    = 200; //Largura do ecrã
mapHeight   = 100;  //Altura do ecrã

// Valor do x
x = (longitude+180)*(mapWidth/360)

// Conversão para radianos
latRad = latitude*PI/180;

// Valor do y
mercN = log(tan((PI/4)+(latRad/2)));
y      = (mapHeight/2)-(mapWidth*mercN/(2*PI));
```

Tabela 4:1 Código exemplificativo do algoritmo para conversão de coordenadas geodésicas para cartesianas

A título de exemplo a API do Google Maps utiliza a projeção de Mercator internamente para fazer a conversão de coordenadas. Muito devido a preservação dos ângulos que esta projeção oferece.

## 4.10 Sumário

Nesta secção foram apresentados os detalhes de implementação de algumas das funcionalidades da aplicação. Nem todas são relevantes ou até complexas ao ponto de serem explicadas em maior detalhe. Foram no entanto explicados alguns dos processos e algoritmos mais importantes.

Mais do que fazer uma explicação exaustiva da implementação da aplicação, pretendeu-se oferecer a informação mais relevante sobre a captura, pesquisa e visualização do vídeo no *Speed Sight Surfers*.

## Capítulo 5

### Avaliação

Esta secção apresenta os resultados das avaliações com utilizadores, efectuadas no decorrer do projeto sobre a aplicação Speed Sight Surfers. As avaliações realizadas têm como principal objectivo perceber se as funcionalidades desenhadas e implementadas contribuem para uma experiência mais imersiva e natural de consumir, pesquisar e navegar em vídeo georreferenciado.

Nesta secção apresentam-se as duas avaliações efectuadas, uma primeira avaliação com um protótipo de baixa fidelidade e uma segunda avaliação feita com um protótipo de alta fidelidade, descrevendo-se para cada uma o método utilizado, os participantes, os resultados, e por fim uma breve conclusão sobre as avaliações realizadas.

#### 5.1 Avaliação com Protótipo de Baixa-Fidelidade

A primeira avaliação preliminar realizou-se com protótipos de baixa-fidelidade (Serra & Chambel, 2014), com o objetivo de obter um primeiro retorno sobre as funcionalidades de interação concebidas. Para investigar sobre as alternativas preferidas pelos utilizadores e a sua percepção sobre utilidade, usabilidade e experiência de utilização em situações de uso reais. Foi efectuada numa perspectiva de teste dos protótipos de baixa-fidelidade e de design participativo (Sanders, 2002), principalmente nos aspectos ainda em aberto.

##### 5.1.1 Método

A avaliação realizada foi orientada à realização de tarefas, observação e entrevistas semiestruturadas, utilizando o método do Feiticeiro de Oz para oferecer *feedback* de interação aos participantes.

No início foi dada uma pequena explicação dos objectivos da avaliação e do conceito subjacente da aplicação Speed Sight Surfers, de forma a contextualizar os utilizadores.

No fim de cada tarefa foi pedido aos participantes para classificar a funcionalidade inerente numa escala de um a cinco, com base nas dimensões do sistema de classificação USE (Utilidade, Satisfação e Facilidade de Utilização) (Lund, 2001). Além disso, os participantes foram ainda encorajados a efetuar comentários e sugestões no final de cada tarefa e no final da avaliação, de forma mais global, e que no atual estado de desenvolvimento do protótipo, tinham o potencial de contribuir numa perspectiva de design participativo.

### 5.1.2 Participantes

Esta avaliação contou com 10 participantes com idades compreendidas entre os 21 e os 52 anos (24 média, 4F, 6M). Todos os utilizadores acabaram o liceu, 3 em Informática, 3 em Engenharia Geográfica, sendo os restantes de áreas diversas.

Todos os participantes estão habituados a utilizar o *smartphone* diariamente para consultar informação, e nove dos dez, utilizam o telemóvel ou *tablet* diariamente para ver e procurar por vídeos na internet.

### 5.1.3 Resultados

Os resultados principais são apresentados por média e desvio padrão relativo as dimensões do USE no texto e em tabelas comparativas, e através dos comentários mais significativos em cada categoria e funcionalidade avaliada. O desvio padrão reflete diferentes opiniões que são comentadas.

#### Procura por velocidade

A procura por velocidade realizada por movimento do telemóvel foi considerada bastante engraçada, muito fácil de utilizar e útil por alguns dos participantes (U:2.6;S:3.1;E:4.1), e.g. *“Imagino que seja uma funcionalidade útil quando se pratica algum tipo de desporto motorizado, ou se gostares de ver desportos como a Formula 1, pessoas que gostem de velocidade provavelmente gostam disto”*. No entanto outros participantes tiveram algumas dúvidas sobre a utilidade na vida real, num uso diário.

Algumas preocupações surgiram sobre a precisão do dispositivo para capturar a velocidade pretendida, especialmente pelos estudantes de Informática. A velocidade por movimento do utilizador (*travel speed*) foi considerada mais útil num cenário de vida real do que capturar a velocidade com o telemóvel (U:3.2;S:3.2;E:4.0). *“É mais útil por*

*exemplo para alguém que pratique desportos motorizados”, “ Prefiro esta forma, posso utilizá-la para saber a velocidade em que vou e procurar vídeos por essa velocidade”.*

## Procura por forma

A procura por forma foi considerada bastante satisfatória e fácil de utilizar, no entanto algumas dúvidas foram colocadas sobre a sua utilidade (U:2.5;S:3.1;E:3.8), *“Pode ser engraçado algumas vezes, mas normalmente queremos procurar por outras coisas”.*

Por outro lado, os participantes, apreciaram a habilidade de georreferenciar a forma desenhada no mapa, encontrado vários cenários de uso onde pode ser utilizada. *“Penso que a procura georreferenciada é muito mais útil, posso utilizá-la para ver vídeos de uma rua em particular ou de uma cidade”, “É melhor do que formas não georreferenciadas, como atleta posso utilizar esta funcionalidade para procurar por pistas de corrida”.*

Alguns utilizadores afirmaram que não é fácil desenhar a trajetória pretendida *“No Google Maps consigo carregar nos pontos que quero e a trajetória é desenhada automaticamente”.* A procura por vídeos com uma forma específica, utilizando o telemóvel para desenhar foi considerada mais fácil em formas não georreferenciadas (U:3.6;S:3.3;E:4.2), do que para georreferenciadas (U:2.8;S:2.4;E:3.0) (Tab.5:2).

Os utilizadores não estão habituados a utilizar o telemóvel para este tipo de ação, preferindo o dedo para o fazer, *“Não é pratico, imagine-se a andar e a desenhar ao mesmo tempo”, “Bom com o telemóvel, mas não tanto com um tablet”.*

	Utilidade		Satisfação		Facilidade de Uso	
Modalidade	M	$\sigma$	M	$\sigma$	M	$\sigma$
Toque	2,6	0,97	3,1	1,1	4,1	0,57
Movimento	3,2	0,79	3,2	0,79	4	0,67

Tabela 5:1 Resultados USE (1-5) da procura por velocidade através de toque e movimento em baixa fidelidade

	Utilidade		Satisfação		Facilidade de Uso	
Modalidade	M	$\sigma$	M	$\sigma$	M	$\sigma$
Toque	2,5	0,97	3,1	1,1	3,8	0,79
Movimento	2,1	1,1	2,1	0,88	3,1	0,57
Toque Georef.	3,6	0,84	3,3	0,82	4,2	0,79
Movimento Georef.	2,8	1,03	2,4	0,84	3	0,94

Tabela 5:2 Resultados USE (1-5) da procura por forma através de toque e movimento em baixa fidelidade

## Resultados em Mapa ou Lista

No geral, os utilizadores preferem a forma mais familiar e tradicional de mostrar os vídeos numa **lista** (U:4.3; S:4.0; E4.6), sendo esta mais simples e fácil de utilizar, *“Menos engraçado mas faz o trabalho que se quer”*. Ainda assim alguns preferem a vista de **mapa** (U:3.2;S:3.2;E:3.2) pela informação adicional. A maior parte achou útil para procurar por formas georreferenciadas, vídeos em lugares específicos e para saber a localização e duração do vídeo *“Como engenheiro geográfico , isto pode ser útil no trabalho”*.

Alguns participantes mostraram-se preocupados em relação a situação em que o numero de vídeos apresentado seja muito grande, o que poderá tornar a interface confusa. Filtrar os resultados não faz parte do foco deste trabalho, no entanto temos já abordado este aspecto no contexto do nosso projeto (Noronha et al., 2012; Ramalho & Chambel, 2013; Jorge A. et al., 2012 ). Alguns utilizadores sugeriram ter um misto de mapa e lista, onde se pode percorrer a lista mostrando o vídeo selecionado no mapa, ou ao invés, selecionado a trajetória no mapa e mostrando a informação do vídeo na lista (velocidade, duração, vídeo, etc..) num *popup*.

A tabela seguinte mostra uma comparação entre os resultados obtidas na lista e mapa:

	Utilidade		Satisfação		Facilidade de Uso	
Resultados	M	$\sigma$	M	$\sigma$	M	$\sigma$
Mapa	3,2	0,63	3,2	0,92	3,2	0,63
Lista	4,3	0,57	4	0,25	4,6	0,52

Tabela 5:2 Comparação dos resultados obtidos entre a interface de lista e mapa em baixa fidelidade

## Timelines

Os utilizadores consideraram as *timelines* úteis, satisfatórias e fáceis de utilizar para saber a forma e a velocidade. No que toca a velocidade e sobre as alternativas de design “*são uma boa ideia, porque indicam a velocidade do vídeo facilmente*”, no entanto um conjunto de participantes mencionou que apenas precisam de distinguir a velocidade procurada e não as velocidades maiores e menores provavelmente porque entenderam que o objetivo era apenas encontrar a velocidade pretendida.

A maior parte dos utilizadores preferiram a *timeline* com uma cor (U:4.0; S:4.0; E:4.6) na velocidade procurada, com as outras velocidades representadas com menos relevância em cinzento “*É menos confuso e muito simples de utilizar, mais fácil de utilizar do que as três cores*”. A versão com três cores (U:4.3; S:4.1; E:3.9) foi considerada útil e satisfatória, mas mais difícil de utilizar. Por fim, a última versão em tons de cinzento foi considerada mais difícil de utilizar e menos útil e satisfatória (U:1.9; S:1.7; E:2.4).

A tabela seguinte sumariza os resultados obtidos nas três variantes das *timelines*, é apresentada a média e o desvio padrão para cada componente USE (1-5):

	Utilidade		Satisfação		Facilidade de Uso	
<i>Timeline</i>	M	$\sigma$	M	$\sigma$	M	$\sigma$
Uma cor	4	0,67	4	0,82	4,6	0,7
Colorida	4,3	0,67	4,1	0,88	3,9	0,74
Cinza	1,9	0,57	1,7	0,67	2,4	0,7

Tabela 5:3 Tabela comparativa entre as variantes para percepção da velocidade nas *timelines* segundo as dimensões USE (1-5) em baixa fidelidade

Como se pode concluir, a variante cinza foi a que recebeu avaliações menos positivas quer na utilidade, satisfação e facilidade de uso. O desvio padrão encontra-se sensivelmente entre 0.5 – 0.9 o que demonstra alguma disparidade de opinião entre os participantes tendo havido um maior consenso em apreciar menos a variante cinza.

## Tempo revisitado

O tempo foi um das dimensões exploradas na procura e navegação, quer dentro do vídeo ou entre vídeos capturados em períodos de tempo diferentes. Numa perspectiva participativa e na tentativa de perceber com os utilizadores quais seriam as suas ideias de interação envolvendo a dimensão temporal, foram colocadas algumas



questões. Quase todos os participantes associaram imediatamente o tempo com uma *timeline*, como as já existentes no protótipo.

Um conceito semelhante pode ser estendido ao tempo em que os vídeos foram capturados, permitindo seleccionar intervalos temporais. A possibilidade de especificar datas específicas numa caixa de texto foi também mencionada.

A importância desta dimensão foi reconhecida pelos participantes que no entanto mostraram alguma dificuldade em afastarem-se das ideias mais familiares de interação, ainda assim mostraram interesse em novas modalidades.

## **5.2 Avaliação com Protótipo de Alta-Fidelidade**

A segunda avaliação realizou-se com protótipos de alta-fidelidade (REF-British), com o objetivo de avaliar as novas funcionalidades de interação concebidas e comparar com a primeira avaliação, agora com um protótipo mais realista. Para investigar sobre as alternativas preferidas pelos utilizadores e a sua percepção sobre utilidade, usabilidade e experiência de utilização em situações de uso reais.

Quase todas as avaliações foram realizadas no campus da faculdade, maioritariamente em espaços interiores e algumas em casa dos participantes.

### **5.2.1 Método**

A avaliação realizada foi orientada à realização de tarefas, observação e entrevistas semiestruturadas, utilizando o método do Feiticeiro de Oz para oferecer *feedback* de interação aos participantes.

No início foi dada uma pequena explicação dos objectivos da avaliação e do conceito subjacente da aplicação Speed Sight Surfers, de forma a contextualizar os utilizadores.

No fim de cada tarefa foi pedido aos participantes para classificar a funcionalidade inerente numa escala de um a cinco, com base nas dimensões do sistema de classificação USE (Utilidade, Satisfação e Facilidade de Utilização). Além disso, os participantes foram ainda encorajados a efetuar comentários e sugestões no final de cada tarefa.

### **5.2.2 Participantes**

Esta avaliação contou com 9 pessoas participaram nas avaliações com idades compreendidas entre os 18 e os 27 anos (22.5 média, 3F, 6M). Todos os participantes utilizam o *smartphone* diariamente para consultar informação, sendo a grande maioria

utiliza o PC e por vezes também o *tablet* e o *smartphone* para ver e procurar vídeos na internet.

### 5.2.3 Resultados

Os resultados principais são apresentados por média e desvio padrão relativo as dimensões do USE no texto e em tabelas comparativas, e através dos comentários mais significativos em cada categoria e funcionalidade avaliada. O desvio padrão reflete diferentes opiniões que são comentadas.

#### Procura por velocidade

Foi perguntado aos utilizadores para “procurar por vídeos através da velocidade, usando o movimento do dedo e do telemóvel”. Pelo movimento do dedo: foi considerado bastante divertido e fácil de utilizar e a grande maioria achou útil (U:3.67; S:3.78; E:4.44), tendo comentado: *“A procura georreferenciada é sem dúvida útil em várias situações, por exemplo para conhecer partes de um cidade”, “Um atleta pode utilizar esta funcionalidade para procurar por troços de corrida”*. Através do movimento do telemóvel houve resultados um pouco mais baixos, especialmente na facilidade de utilizar (U:3.22; S:3.22; E:3.67), nesta nova funcionalidade um pouco menos familiar.

Finalmente, pediu-se aos utilizadores para “procurar por vídeos usando a velocidade de deslocação andando em passo rápido” (U:3.34; S:3; E:4.11). Alguns utilizadores mencionaram que esta funcionalidade pode ser mais útil quando a viajar num carro ou comboio. Alguns utilizadores sentiram algum desconforto ao terem de andar rápido para realizar a avaliação, ao mesmo tempo que vêm o vídeo com a mesma velocidade.

#### Procura por forma

Foi pedido aos utilizadores para “procurar por uma determinada forma numa localização específica no mapa, usando o dedo para desenhar”. Esta funcionalidade recebeu *feedback* positivo (U:3.44; S:3.11; E:3.44), os participantes apreciaram o facto de poderem georreferenciar a forma no mapa, encontrado vários cenários onde pode ser útil, por exemplo se quiserem ver um vídeo de uma determinada zona ou rua de uma cidade ou procurar por troços de corrida.

Procurar vídeos com a forma de um ‘u’ utilizando o telemóvel para desenhar foi considerado muito difícil e pouco prático, recebendo maioritariamente um retorno

negativo por parte dos participantes (U: 1.89; S:2.22; E:2.22), “Não acho que seja prático enquanto se faz outras atividades, como andar ou até falar com outra pessoa”.

O equilíbrio entre a velocidade e a sensação de controlo, em nossa opinião, está longe de estar afinado no estado atual do protótipo, o que não deixou com que a experiência que criamos fosse a que tivéssemos em mente e que foi testado em baixa-fidelidade. De referir ainda que os utilizadores também não estão habituados a utilizar o telemóvel para este tipo de ação, preferindo o dedo para o fazer.

	Utilidade				Satisfação				Facilidade de Uso			
Modalidades	M		$\sigma$		M		$\sigma$		M		$\sigma$	
	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$
Toque	2,6	3,67	0,97	0,47	3,1	3,78	1,1	0,63	4,1	4,44	0,57	0,5
Movimento	3,2	3,22	0,79	0,42	3,2	3,22	0,75	0,42	4	3,67	0,67	0,67
Deslocação	-	3,43	-	0,31	-	3	-	0,57	-	4,11	-	0,5

Tabela 5:4 Resultados USE (1-5) da procura por velocidade através de toque, movimento e deslocação em alta (direita) e baixa (esquerda) fidelidade

	Utilidade				Satisfação				Facilidade de Uso			
Modalidades	M		$\sigma$		M		$\sigma$		M		$\sigma$	
	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$
Toque Georef.	3,6	3,44	0,84	0,5	3,3	3,11	0,82	0,31	4,2	3,44	0,79	0,5
Movimento	2,1	1,89	1,1	0,57	2,1	2,22	0,88	0,92	3,1	2,22	0,57	0,63

Tabela 5:5 Resultados USE (1-5) da procura por forma através de toque e movimento em alta (direita) e baixa (esquerda) fidelidade.

## Resultados em Mapa ou Lista

Foi pedido aos utilizadores para procurar por vídeos através de uma modalidade a sua escolha e comparar a apresentação dos resultados no mapa e na lista.

A **lista** foi a escolha preferida pelo participantes pela facilidade de uso e simplicidade (U:4; S:3; E:3.56): “É a maneira mais rápida para ver os vídeos, se a localização geográfica não interessar”. O **mapa** recebeu também críticas positivas (U: 3.44; S:3.11; E:3.78), com a maioria a afirmar que é útil para procurar por trajetórias,

vídeos em locais e para saber a duração do vídeo. “É útil poder saber o percurso do vídeo, sem ser preciso ver o vídeo todo.

As preocupações principais vão de encontro ao que foi referido na avaliação de baixa-fidelidade, mais especificamente um grande número de vídeos no mapa pode tornar difícil distinguir e seleccionar o vídeo pretendido.

A tabela seguinte mostra a comparação entre as interfaces de lista e mapa para apresentação dos resultados, segundo as dimensões USE.

Resultados	Utilidade				Satisfação				Facilidade de Uso			
	M		$\sigma$		M		$\sigma$		M		$\sigma$	
	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$
Mapa	3,2	3,44	0,63	0,5	3,2	3,11	0,92	0,31	3,2	3,78	0,63	0,42
Lista	4,3	4	0,57	0,5	4	3	0,25	0,5	4,6	3,56	0,52	0,5

Tabela 5:6 Comparação dos resultados obtidos entre a interface de lista e mapa em alta (direita) e baixa (esquerda) fidelidade

## Timelines

Três alternativas de design foram apresentadas aos utilizadores para avaliar, tendo a maioria dos participantes escolhido a variante de uma cor como a preferida (tabela 1). Os participantes preferiram esta alternativa (U:4.11; S:4.11; E:4.44) com uma cor de destaque na velocidade procurada, enquanto as velocidades maiores e menores são coloridas com uma cor mais suave em cinzento, devido ao facto de ser mais útil, satisfatória e fácil de utilizar. A versão com três cores de destaque (U:3.44; S:3.44; E:3.6) também foi considerada bastante satisfatória embora mais difícil de utilizar: “A timeline com uma cor é uma forma mais fácil e direta para encontrar a velocidade desejada, a timeline com três cores é mais difícil de entender e faz com que a interface fique mais carregada”. Por fim, a versão em cores de cinzento foi considerada menos fácil de utilizar, menos útil e satisfatória e com falta de contraste (U:2.56; S:2.44; E:2.67).

Estes resultados confirmam os resultados iniciais da avaliação de baixa-fidelidade.

	Utilidade				Satisfação				Facilidade de Uso			
Timeline	M		$\sigma$		M		$\sigma$		M		$\sigma$	
	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$	M1	M2	$\sigma 1$	$\sigma 2$
Uma cor	4	4,11	0,67	0,31	4	4,11	0,82	0,5	4,6	4,44	0,7	0,83
Cinza	1,9	2,56	0,57	0,68	1,7	2,44	0,67	0,5	2,4	2,67	0,7	0,67
Colorida	4,3	3,44	0,67	0,76	4,1	3,44	0,88	0,7	3,9	3,44	0,74	0,88

Tabela 5:7 Comparação entre as três variantes da timeline em alta (direita) e baixa (esquerda) fidelidade

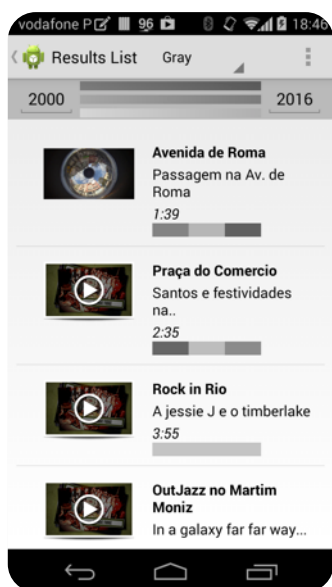


Figura 5:1 Timeline em tons de cinzento

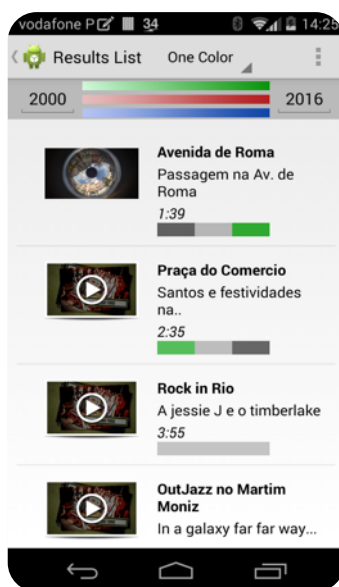


Figura 5:2 Timeline com uma cor

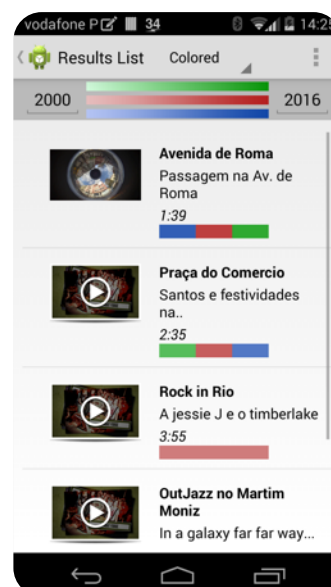


Figura 5:3 Timeline colorida

## Pesquisar os resultados no tempo

Depois da procura, os participantes foram incentivados a pesquisar os resultados “retrocedendo no tempo para vídeos mais velhos”, utilizando o teclado virtual para o inserir o ano, e através de um gesto. Os resultados mostraram que os utilizadores gostaram das duas abordagens para filtrar resultados, no entanto, acharam o teclado um pouco mais útil e fácil de utilizar (U:3.67; S:3.22; E:4.0), enquanto o gesto mais satisfatório e divertido (U:3.33; S:3.67; E:3.44). Numa perspectiva geral, os utilizadores acharam que os dois métodos se complementam, sendo o gesto mais rápido e a *timeline* mais precisa.

	Utilidade		Satisfação		Facilidade de Uso	
Modalidade	M	$\sigma$	M	$\sigma$	M	$\sigma$
Teclado Virtual	3,67	0,67	3,22	0,42	4	0,67
Gesto	3,33	0,67	3,67	0,82	3,44	0,68

Tabela 5:8 Comparação entre os dois métodos disponíveis para filtrar os resultados no tempo

## 5.3 Sumário

Neste capítulo foram apresentadas as duas avaliações efetuadas com utilizadores. O método, os participantes e os resultados foram apresentados e discutidos. Em primeiro lugar surge a avaliação de baixa-fidelidade onde se pretendeu principalmente perceber a recepção dos utilizadores a novas formas mais naturais de procurar e navegar em vídeo.

A segunda avaliação com um protótipo em alta fidelidade permitiu recolher informação sobre a facilidade de uso, utilidade e satisfação da cada funcionalidade de forma mais realista. Algumas imagens da avaliações são apresentadas como ilustração e os resultados são resumidos em tabelas comparativas para todas as funcionalidades e alternativas de design onde existe dados que possam ser comparados entre a baixa e alta fidelidade.

Os resultados obtidos nas duas avaliações permitiram realizar uma comparação entre as varias modalidades de interação, a grande maioria dos resultados nas várias dimensões do USE vai de acordo com o que tinha sido primeiramente apurado na avaliação de baixa-fidelidade. Nas modalidades de interação para procura por velocidade observa-se resultados mais positivos na alta-fidelidade, muito provavelmente devido ao maior realismo do protótipo de alta-fidelidade, a procura por forma revela um maior equilíbrio entre os resultados das duas avaliações, continuando a lista como a interface mais apreciada.

No que diz respeito às *timelines* os resultados confirmaram o que já tinha sido concluído na primeira avaliação, a variante em tons de cinza foi a menos apreciada, recebendo um retorno negativo, enquanto a *timeline* com uma só cor foi a que melhor resultados obteve.

Por fim é importante mencionar a boa aceitação e confiança dos utilizadores nas novas modalidades de acesso a vídeo avaliadas neste trabalho.



## **Capítulo 6**

### **Conclusões e Trabalho Futuro**

Neste capítulo resume-se o trabalho realizado durante a tese e apresentam-se as conclusões finais. Os resultados das avaliações são discutidos e analisados, destacando os pontos de maior relevância. De seguida, descrevem-se as principais contribuições e direções para o trabalho futuro, os pontos a melhorar e implementar e as novas áreas a investigar e desenvolver.

#### **6.1 Conclusões**

Foi apresentada a motivação e o trabalho relacionado nas áreas mais relevantes para este trabalho. As principais opções de design para consumo de vídeo georreferenciado em ambientes móveis, através da dimensão temporal e espacial do vídeo foram descritas, analisadas e avaliadas. O foco principal do trabalho baseia-se em três dimensões principais: forma, velocidade e tempo, potenciando a multimodalidade presente nos dispositivos móveis, desenvolvendo novas formas de pesquisar e consumir vídeo georreferenciado através do toque, gestos e movimento.

No intuito de alcançar os objectivos propostos, um conjunto de funcionalidades foi concebido e implementado na aplicação Speed Sight Surfers, que foi sujeito a duas avaliações, em baixa e alta fidelidade.

Numa primeira fase, um sistema de captura de metadados foi desenvolvido de forma a enriquecer o vídeo e poder implementar um sistema de procura e navegação mais natural e imersivo. Através dos dados obtidos, exploramos a dimensão temporal e espacial do vídeo para procurar vídeos por forma, velocidade e tempo - os aspectos centrais nesta tese.

O principal foco do trabalho centrou-se na criação de novas formas mais imersivas e naturais de procurar e navegar vídeo georreferenciado. Para isso, tirou-se partido dos vários sensores cada vez mais disponíveis nos dispositivos móveis. Foi implementada uma procura por velocidade: através do toque; por gesto através do movimento do telemóvel; e da deslocação do utilizador. Para capturar a velocidade, utilizou-se o



acelerómetro e o GPS. Implementou-se também a procura por forma ou trajetória, onde o utilizador pode desenhar a forma pretendida: através do dedo, sobre o ecrã do telemóvel; através do movimento do telemóvel, inclinando o telemóvel para os lados pretendidos; ou através da sua deslocação, por exemplo em viagem. Para tal, foi usado o giroscópio e o acelerómetro para capturar a inclinação do dispositivo, e o GPS para capturar a deslocação do utilizador.

A dimensão temporal foi também ela explorada. Um mecanismo de filtrar os vídeos num intervalo de tempo foi concebido e implementado. Desta maneira, o utilizador pode através de um gesto em espiral avançar ou recuar no tempo. Se preferir, pode ainda escolher através de um teclado virtual e caixas de texto os anos pretendidos no intervalo de tempo.

De forma a oferecer aos utilizadores uma interface que levasse em conta as dimensões tempo/espço, várias alternativas de design foram idealizadas, para além das modalidades já referidas para as pesquisas. Duas formas de apresentar os resultados foram concebidas e implementadas: através de uma lista, e através de um mapa. Na lista, os vídeos aparecem com uma *timeline* que indica a idade do vídeo, através da transparência da cor, e também a velocidade ao longo da sua captura. Para isso, a *timeline* é colorida com uma cor que representa a velocidade procurada e com duas cores diferentes que representam velocidades inferiores e superiores. No mapa, o mesmo mecanismo é implementado, no entanto, a *timeline* dá lugar à trajetória do vídeo, desenhada com uma cor consoante a sua velocidade e tempo.

Adicionalmente a reprodução do vídeo ficou a cabo de um componente desenvolvido para o efeito, onde o utilizador tem a habilidade de alterar o ângulo do campo de visão do vídeo, quer através de um movimento com o dedo sobre o ecrã, ou movimentando o dispositivo através de um gesto, como se o dispositivo fosse uma janela para o vídeo no qual o utilizador se encontra imerso. Desta forma, uma experiência de visualização mais imersiva é oferecida como comprovado nas avaliações realizados com sucesso em (Ramalho & Chambel, 2013), sendo os dois modos apreciados para situações diferentes de uso. Além disso, a navegação temporal no vídeo, durante a sua reprodução, é possível através de um gesto feito com o dedo sobre o ecrã em forma de espiral, no sentido dos ponteiros do relógio para avançar no tempo, ou no sentido contrário para recuar.

Os resultados levados a cabo com os utilizadores mostraram-se encorajadores, indicando que estes consideraram a maior parte das funcionalidades divertidas, úteis e fáceis de utilizar. As diferentes opções e modalidades foram consideradas interessantes e adequadas para determinados cenários da vida real. A utilidade e facilidade de uso

foram mais prontamente associadas às modalidades mais familiares, enquanto as interações mais naturais tenderam a ser consideradas mais divertidas e satisfatórias.

Por exemplo, o gesto para navegar no tempo (espiral), entre vídeos mais antigos e mais recentes, foi muito bem recebido pelos participantes, sendo indicado como uma maneira efetiva e rápida de procurar no tempo, que pode ser combinada com uma interação mais tradicional e precisa.

Por outro lado, a funcionalidade menos apreciada foi a procura por forma em alta fidelidade, que por razões técnicas, baseou-se numa implementação que não nos permitiu ter o controlo e a precisão que desejávamos. Utilizando a inclinação do telemóvel e sem treino, veio a revelar-se uma técnica complicada para os utilizadores. Esta limitação foi considerada no protótipo de antemão, o que se refletiu nas avaliações e requer atenção em próximas versões.

O trabalho realizado nesta tese foi reconhecido na comunidade científica, tendo sido publicado em três artigos aceites: no “*Workshop on Interactive Content Consumption*” da conferência internacional ACM TVX 2014 (Serra & Chambel, 2014), e na conferência internacional BCS HCI 2014 (Serra et al., 2014) e (Jorge A. et al., 2014), este último em colaboração com uma colega.

## **6.2 Trabalho Futuro**

O trabalho futuro passa primeiramente pela refinação e melhoramento das funcionalidades já implementadas, com base no feedback recebido por parte dos utilizadores nas avaliações que foram efectuadas e desenhar e implementar novas formas de procura e navegação durante a reprodução do vídeo. Em particular a procura por forma utilizando o telemóvel para desenhar requer melhoramentos técnicos de forma a permitir uma maior fluidez de movimentos e precisão como inicialmente idealizado.

Como mencionado na secção 3.6.4, um dos aspectos do trabalho futuro passa pela implementação de interfaces que permitam ao utilizador ter uma melhor percepção da duração, velocidade e forma do vídeo. Algum trabalho já está a ser feito nesta área, com alguns esboços e protótipos iniciais propostos (Jorge A. et al., 2014)

O *second-screen* é também uma das áreas que pode ser explorada de forma a poder visualizar o vídeo num ecrã de maiores dimensões, enquanto o dispositivo móvel serve de auxiliar para a pesquisa, navegação e consumo de conteúdo adicional, em sincronia. As avaliações seguintes beneficiariam, se efetuadas em cenários mais realistas, onde os utilizadores sintam a necessidade de procurar por forma e velocidade ou através das diferentes modalidades, como foi apontado por alguns utilizadores, por exemplo: procura por

vídeos georreferenciados em contextos específicos, com uma mão, a ver televisão ou a viajar.

## Referências Bibliográficas

Courtois, C., D’heer, E. “Second screen applications and tablet users: constellation, awareness, experience, and interest”. Proc. EuroiTV’12, ACM Press, 153-156.

Finsterwalk, J., Grefenstette, G., Law-To, J., Bouchard, H., Mezaour, A. “The Movie Mashup Application MoMa: Geolocalizing and Finding Movies”, In GeoMM’12, Nara, Japan, October 29, 2002, pp.15-18.

Gil, N., Silva, N., Dias, E., Martins, P., Langlois, T., and Chambel, T. Going through the Clouds: Search Overviews and Browsing of Movies. In *Proc. of Academic MindTrek’12*, ACM, 2012, pp.158–65.

Hao, J., Wang, G., Seo, B., and Zimmermann, R. “Keyframe Presentation for Browsing of User-generated Videos on Map Interfaces”. Proc. ACM MM’11, ACM Press, 2011, pp.1013-1016.

Jorge, A., Serra S., Chambel, T. “Interactive Visualizations of Video Tours in Space and Time”. In Proceedings of BCS HCI 2014, Southport, UK, Sep 2014 (6 pgs).

Jorge, A., Gil, N., and Chambel, T. "Time for a New Look at the Movies through Visualization". In Proceedings of Artech'2012 Crossing Digital Boundaries, the 6th International Conference on Digital Arts, Faro, Portugal, Nov 7-9, 2012, pp. 269-278.

Kleusberg, A., and R.B. Langley. “The limitations of GPS”. GPS World, March/April 1990, Vol. 1, No. 2, pp.50-52.

Lei, Z., Coulton, P. “A Mobile Geo-wand Enabling Gesture Based POI Search an User Generated Directional POI Photography”, ACM, Oct 1990, pp.392-395.

Lund, A.M. “Measuring usability with the USE questionnaire”. Usability and User Experience, 8(2), 2001.

Neng, L. A. R., and Chambel, T. "Get Around 360° Hypervideo: It’s Design and Evaluation". In "Ambient and Social Media Business and Applications", Special issue of IJACI, International Journal of Ambient Computing and Intelligence, 4(4), Oct-Dec 2012, pp.40-57.

Neng, L. A. R., Chambel, T. “Get Around 360° Hypervideo”, In MindTrek 2010, Tampere, Finland, October 6-8, 2010, pp.119-122.

Noronha, G., Álvares, C., Chambel, T. “Sight Surfers: 360° Videos and Maps Navigation”. Proc. of GeoMM'12 at ACM Multimedia'2012, ACM Press, 2012, pp.19-22.

Premraj, V., Schedel, M., Berg. “iWalk, A Tool for Interacting with Geo-Located Data Through Movement and Gesture”. In ACM MM'10, October 25-29, 2010, Firenze, Italy, pp.1059-1062.

Ramalho, J. and Chambel, T. (2013a) Windy Sight Surfers: Sensing and Awareness of 360° Immersive Videos on the Move. In Proc. of EuroITV 2013, Como, Italy, 2013a, pp.107-116.

Ramalho, J., and Chambel, T. (2013b) Immersive 360° Mobile Video with an Emotional Perspective. Proc. ImmersiveMe'2013, ACM Press, 2013b, pp.35-40.

Rego, A., Baptista, C., Silva, E., Schiel., Figueirêdo, H. “VideoLib: a Video Digital Library with Support to Spatial and Temporal Dimensions”, In SAC'07, ACM, Seoul, Korea, March 11-15, 2007, pp.1074-1078.

Sanders, E. “From User-Centered to Participatory Design Approaches”. In Design and the Social Sciences. J. Frascara (Ed), Taylor & Francis Books Limited, 2002.

Scheible, J., Ojala T., Coulton, P. “MobiToss: A Novel gesture based interface for creating and sharing mobile multimedia art on large public displays”. In MM'08, October 26-31, 2008, Vancouver, Canada, pp.957-960.

Seo, B., Hao, J., and Wang, G. Sensor-rich Video Exploration on a Map Interface. In Proc. of ACM MM'11, ACM, NY, USA, 2011, pp.791-792.

Serra S., Jorge, A., Chambel, T. “Multimoda Access to Georeferenced Mobile Video through Shape, Speed and Time”. In Proceedings of BCS HCI 2014, Southport, UK, Sep 2014 (6 pgs).

Serra, S., and Chambel, T. “Towards Multimodal Consumption of Georeferenced Mobile Video Using Shape and Speed”. In Proc. of 2nd Int. Workshop on Interactive Content Consumption at ACM TVX 2014, New Castle, UK, Jun 2014 (6 pgs).

## Referências Web

(url-Android) <http://www.android.com/>  
(url-Bing Maps) <http://www.bing.com/maps/>  
(url-Facebook) <https://www.facebook.com/>  
(url-Flickr) <https://www.flickr.com/>  
(url-FreeBase) <https://www.freebase.com/>  
(url-GeoVid) <http://geovid.org/>  
(url-Google Maps) <https://maps.google.com/>  
(url-Google StreetView) <https://www.google.com/maps/views/streetview?gl=us>  
(url-GoPano) <http://www.gopano.com/>  
(url-GoPro) <http://pt.gopro.com/>  
(url- im360VR) <http://immersivemedia.com/>  
(url-Immersive Media) <http://immersivemedia.com/>  
(url-ImTv) Projeto ImTV <http://imtv.me/>  
(url-Instagram) <http://instagram.com/>  
(url-Microsoft) <http://www.microsoft.com/pt-pt/default.aspx>  
(url-Twitter) <https://twitter.com/>  
(url-Vimeo) <https://vimeo.com/>  
(url-Yahoo!) <https://www.yahoo.com/>  
(url-Youtube) <http://www.youtube.com>



## Anexo A: Exemplo do ficheiro de metadados

```
<root>
<name>fcu</name>
<data>1396439324938</data>
<Coords>
  <Coord>
    <Lat>38.75578042</Lat>
    <Lon>-9.15674638</Lon>
    <Speed>14</Speed>
  </Coord>
  <Coord>
    <Lat>38.75578451</Lat>
    <Lon>-9.1567505</Lon>
    <Speed>12</Speed>
  </Coord>
  <Coord>
    <Lat>38.75575761</Lat>
    <Lon>-9.15665937</Lon>
    <Speed>10</Speed>
  </Coord>
  <Coord>
    <Lat>38.75575331</Lat>
    <Lon>-9.15657986</Lon>
    <Speed>10</Speed>
  </Coord>
  <Coord>
    <Lat>38.75578668</Lat>
    <Lon>-9.15652727</Lon>
    <Speed>10</Speed>
  </Coord>
  <Coord>
    <Lat>38.75577841</Lat>
    <Lon>-9.15649693</Lon>
    <Speed>10</Speed>
  </Coord>
  <Coord>
    <Lat>38.75577759</Lat>
    <Lon>-9.15647363</Lon>
    <Speed>10</Speed>
  </Coord>
</Coords>
```





## Anexo B: Guião de testes com utilizadores em baixa fidelidade

### GUIÃO

#### Perguntas Iniciais:

1. Pesquisar por vídeos utilizando a velocidade de movimentação do telemóvel

**Sucesso:** sim não |(USE) U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros:** **Observações:**

2. Pesquisar por vídeos utilizando a velocidade de deslocação (*travel speed*)

**Sucesso:** sim não|(USE) U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros:**

#### Observações:

3. Pesquisar por vídeos com a seguinte forma: utilizando o dedo para desenhar

**Sucesso:** sim não|(USE) U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros:** **Observações:**

4. Pesquisar por vídeos com a seguinte forma: utilizando o telemóvel para desenhar

**Sucesso:** sim não|(USE) U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros:** **Observações:**

5. Pesquisar por vídeos com a seguinte forma geo-referenciada : utilizando o dedo para desenhar

**Sucesso:** sim não|(USE) U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros:** **Observações:**

6. Pesquisar por vídeos com a seguinte forma geo-referenciada : utilizando o telemóvel para desenhar

**Sucesso:** sim não|(USE) U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros:** **Observações:**

7. Ordenar as seguintes palavras por ordem de preferência: a. Capturar

b. Gravar c. Salvar d. Obter e. Medir



## Anexo C: Guião de testes com utilizadores em alta fidelidade

### GUIÃO

#### Perguntas Iniciais:

Nome ?

Idade ?

Sexo ?

Tem smartphone ?

Se sim, quantas vezes por dia usa o telemóvel ?

Costuma utilizar aplicações móveis ? Se sim, dê um exemplo.

Costuma procurar vídeos na internet, através do Youtube ou websites similares ?

#### Tarefas

1. Procurar um vídeo por velocidade através do dedo ? **Sucesso:** sim não | **(USE)** U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros: Observações:**

2. Procurar um vídeo por velocidade através de um gesto ? **Sucesso:** sim não | **(USE)** U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros: Observações:**

3. Procurar vídeos por forma na zona da Av. Roma, desenhando com o dedo?  
**Sucesso:** sim não | **(USE)** U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros: Observações:**

4. Procurar por vídeos por velocidade do dedo e comparar as variantes da lista ?  
**Sucesso:** sim não | **(USE)** U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros: Observações:**

5. Procurar por vídeos e ver no mapa, escolher um vídeo ? **Sucesso:** sim não | **(USE)** U:12345 S:12345 E:12345 | **Nr Erros: Observações:**

6. Procurar por vídeos e filtrar por tempo através da timeline ? **Sucesso:** sim não | **(USE) U:**12345 **S:**12345 **E:**12345 | **Nr Erros:** **Observações:**
7. Procurar por vídeos e filtrar por tempo através de um gesto ? **Sucesso:** sim não | **(USE) U:**12345 **S:**12345 **E:**12345 | **Nr Erros:** **Observações:**
8. Que opção prefere ? Lista ou Mapa ? **Sucesso:** sim não | **(USE) U:**12345 **S:**12345 **E:**12345 | **Nr Erros:** **Observações:**
9. Que opção prefere para navegar no tempo ? Gesto ou timeline ? **Sucesso:** sim não | **(USE) U:**12345 **S:**12345 **E:**12345 | **Nr Erros:** **Observações:**
10. Procurar por um vídeo com forma de “u” com gestos **Sucesso:** sim não | **(USE) U:**12345 **S:**12345 **E:**12345 | **Nr Erros:** **Observações:**